

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FELIPE RIBEIRO BOTELHO DOS SANTOS

INFUSÃO CONTÍNUA DE REMIFENTANIL ASSOCIADO AO PROPOFOL OU  
AO ISOFLUORANO DURANTE VENTILAÇÃO MONOPULMONAR EM  
PORCOS

CURITIBA

2016

FELIPE RIBEIRO BOTELHO DOS SANTOS

INFUSÃO CONTÍNUA DE REMIFENTANIL ASSOCIADO AO PROPOFOL OU  
AO ISOFLUORANO DURANTE VENTILAÇÃO MONOPULMONAR EM  
PORCOS

Dissertação apresentada como requisito parcial à  
obtenção do grau de Mestre em Ciências  
Veterinárias, no Programa de Pós-Graduação em  
Ciências Veterinárias, Setor de Ciências Agrárias,  
da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Guilherme  
D'Otaviano de Castro Vilani

CURITIBA

2016

S237i	<p>Santos, Felipe Ribeiro Botelho dos</p> <p>Infusão contínua de remifentanil associado ao propofol ou ao isoflurano durante ventilação monopolmonar em porcos / Felipe Ribeiro Botelho dos Santos. - Curitiba, 2016.</p> <p>55 p.: il.,</p>
	<p>Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.</p> <p>Orientador: Ricardo Guilherme D'Otávio De Castro Vilani</p> <p>1. Suíno - Doenças - Brasil. 2. Anestesia e analgesia. 3. Anestesia veterinária. 4. Tórax - Cirurgia. I. Vilani, Ricardo Guilherme D'Otávio De Castro (Orientador). II. Título. III. Universidade federal do Paraná.</p>
	CDU 616-089.5:636.4

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS



PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada **"INFUSÃO CONTÍNUA DE REMIFENTANIL ASSOCIADO AO PROPOFOL OU AO ISOFLUORANO DURANTE VENTILAÇÃO MONOPULMONAR EM PORCOS"** apresentada pelo Mestrando **FELIPE RIBEIRO BOTELHO DOS SANTOS** declara ante os méritos demonstrados pelo Candidato, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09–CEPE/UFPR, que considerou o candidato Apv para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Ciências Veterinárias.

Curitiba, 30 de março de 2016

Professor Dr. Ricardo Guilherme de Castro Vilani  
Presidente/Orientador

Professora Dra. Roberta Carareto  
Membro

Professor Dr. Jorge Luiz Costa Castro  
Membro

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador Prof. Ricardo Guilherme D'Otaviano de Castro Vilani pela oportunidade de ter sido seu aluno de pós-graduação e em especial por sua dedicação na execução do projeto de pesquisa durante esses dois anos.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa concedida.

Aos membros da banca de Qualificação, Prof. Juan Carlos Duque Moreno pelas considerações referentes ao trabalho e o Prof. Peterson Triches Dornbusch pela disponibilização do centro cirúrgico e do material necessários à realização do projeto.

Aos alunos do Programa de Pós-Graduação da UFPR e residentes de anesthesiologia do HV, em especial: Luiz Fernando Bora, Gabriel Aikawa Dusi, Rogério Luizari Guedes, Itallo Barros de Freitas, Rauane Souza de Moura, Guilherme Paes Meirelles e Geórgia Karwowski que auxiliaram nas diferentes etapas da execução do projeto.

As alunas de Iniciação Científica, Oliva Machado Miron e Mariana Cristofolini por todo o auxílio na execução do projeto.

Minha família que sempre me apoiou e me incentivou a seguir em frente mesmo nos momentos mais difíceis: meu pai Albino, minha mãe Jumara, minha irmã Fernanda e minha madrinha Dirce, meu muito obrigado.

À cada um dos animais utilizados na pesquisa e que permitiram o desenvolvimento deste estudo.

Aos amigos de longa data e às amizades feitas em Curitiba, em especial: José Luiz, Atilio Calefi, Igor Ferreira, Roberto Veríssimo, Caio Alexandre, Renan Ribeiro, Bruna Molinari, Adriana Marks, Gabriela Coradini, Fernando Wiecheteck, Rafael Chaves, Dorli Amora, Luiz Carlos, Paula Pavanato, Gizelli Silva, Bruno Macedo, Leonardo Gaspareto, Charlene Inaba por todo o apoio durante a realização do mestrado.

À Deus, presente em todos os momentos e que diariamente permite a nossa evolução e aprendizado.

“For a walk and back again”, said the fox.

“Will you come with me? I’ll take you on my back. For a walk and back again”

(Grey Fox, Estória para meninos)

## RESUMO

A abordagem cirúrgica toracoscópica apresenta diversas vantagens ao paciente, tais como redução de trauma cirúrgico, menor dor no período pós-operatório e recuperação mais rápida. Em alguns casos é necessária a ventilação monopulmonar (VMP), que promove alterações cardiovasculares e respiratórias importantes. As alterações provocadas pela VMP podem ser exacerbadas de acordo com o fármaco utilizado na manutenção anestésica. Estudos sugerem que os anestésicos inalatórios possuem efeitos inibitórios sobre as respostas fisiológicas durante a VMP, enquanto os anestésicos injetáveis não. O objetivo deste estudo foi comparar os efeitos da anestesia intravenosa total utilizando infusão contínua de propofol e remifentanil com a anestesia intravenosa parcial pelo isoflurano associado à infusão de remifentanil em porcos submetidos a lobectomia pulmonar videoassistida sob VMP. Foram utilizados treze porcos distribuídos aleatoriamente em dois grupos: PRO ( $n = 7$ ) recebeu infusão contínua de propofol em taxa variável associado a infusão contínua de remifentanil na taxa de  $10 \mu\text{g kg}^{-1} \text{ hora}^{-1}$ ; e ISO ( $n = 6$ ) recebeu isoflurano associado a mesma dose de remifentanil. Foram avaliados os parâmetros cardiovasculares e respiratórios transoperatórios, variáveis hemodinâmicas e de oxigenação tecidual, hemogasometria arterial e venosa mista, taxa de infusão do propofol e a fração expirada de isoflurano requeridas para a realização do procedimento e tempos e a qualidade da recuperação anestésica. Não ocorreram alterações significativas estatisticamente nos parâmetros cardiovasculares entre os grupos. Também não ocorreram alterações importantes nas variáveis hemodinâmicas avaliadas durante o procedimento. Em ISO foi observada leve acidose respiratória após o início da cirurgia e após a instituição do pneumotórax. Em PRO a fração de *shunt* foi significativamente menor após o início da cirurgia, após o pneumotórax e ao final do procedimento. Não houve diferença significativa para os tempos de recuperação anestésica, mas a qualidade da recuperação no grupo PRO foi significativamente melhor. A anestesia intravenosa total com propofol e remifentanil em porcos submetidos a lobectomia pulmonar videoassistida sob ventilação monopulmonar promoveu menor fração de *shunt* intrapulmonar e consequentemente menor hipoxemia e hipercapnia.

**Palavras-chave:** ventilação monopulmonar, TIVA, cirurgia torácica videoassistida, propofol, remifentanil

## ABSTRACT

The thoracoscopic surgical approach has several advantages to the patient, such as reduced surgical trauma, less postoperative pain and faster recovery. In some cases, one lung ventilation (OLV) is required, causing cardiovascular and respiratory imbalance. Physiologic alterations caused by OLV may be exacerbated accordingly to the drug used during anesthesia. Studies suggest that inhaled anesthetics have inhibitory effects on physiological responses during OLV, while the injectable anesthetics not. This study aimed to evaluate the effects of total intravenous anesthesia with continuous infusion of propofol and remifentanyl and partial intravenous anesthesia with isoflurane associated with remifentanyl in pigs undergoing video-assisted pulmonary lobectomy during OLV. Thirteen pigs were randomly distributed into two groups: PRO (n = 7) received continuous infusion of propofol at variables rates associated with continuous infusion of remifentanyl at a rate of  $10 \mu\text{kg}^{-1}\text{hour}^{-1}$ ; and ISO (n = 6) received isoflurane associated with the same dose of remifentanyl. Cardiorespiratory variables, hemodynamics and tissue oxygenation parameters, arterial and mixed venous blood gas analysis, propofol infusion rate and isoflurane expired fraction required for the procedure and times and the quality of recovery were recorded. There were no statistically differences in cardiorespiratory parameters between groups. Also, there were no significant differences in hemodynamic variables evaluated during the procedure. In ISO mild respiratory acidosis was observed after the start of surgery and after pneumothorax. In PRO shunt fraction was significantly lower after the start of surgery, pneumothorax and in the end of the procedure. There was no significant difference in the anesthetic recovery times, but recovery quality of the PRO group was significantly better. Total intravenous anesthesia with propofol and remifentanyl in pigs undergoing video-assisted pulmonary lobectomy during one lung ventilation promoted smaller shunt fraction and consequently lower hypoxemia and hypercapnia.

**Keywords:** one lung ventilation, TIVA, video-assisted thoracoscopic surgery, propofol, remifentanyl



## LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 - Variação na taxa de infusão de propofol em porcos submetidos a lobectomia pulmonar videoassistida sob ventilação monopulmnr anestesiados com infusão contínua de propofol e remifentanil (PRO, $n = 7$ ). Média $\pm$ EP .....	37
FIGURA 2 - Variação na fração expirada isofluorano em porcos submetidos a lobectomia pulmonar videoassistida sob ventilação monopulmonar anestesiados com isofluorano associado à infusão contínua de remifentanil (ISO, $n = 6$ ). Média $\pm$ EP.....	38

## LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 - Parâmetros respiratórios e temperatura esofágica avaliados em porcos submetidos à lobectomia pulmonar videoassistida sob ventilação monopulmonar anestesiados com isoflurano associado à infusão contínua de remifentanil (ISO, $n = 6$ ) ou infusão contínua de propofol e remifentanil (PRO, $n = 7$ ). Média $\pm$ DP.....	38
TABELA 2 - Parâmetros cardiovasculares avaliados em porcos submetidos à lobectomia pulmonar videoassistida sob ventilação monopulmonar anestesiados com isoflurano associado à infusão contínua de remifentanil (ISO, $n = 6$ ) ou infusão contínua de propofol e remifentanil (PRO, $n = 7$ ). Média $\pm$ DP.....	39
TABELA 3 - Hemogasometria arterial de porcos submetidos à lobectomia pulmonar videoassistida sob ventilação monopulmonar anestesiados com isoflurano associado à infusão contínua de remifentanil (ISO, $n = 6$ ) ou infusão contínua de propofol e remifentanil (PRO, $n = 7$ ). Média $\pm$ DP.....	40
TABELA 4 - Hemogasometria venosa mista de porcos submetidos à lobectomia pulmonar videoassistida sob ventilação monopulmonar anestesiados com isoflurano associado à infusão contínua de remifentanil (ISO, $n = 6$ ) ou infusão contínua de propofol e remifentanil (PRO, $n = 7$ ). Média $\pm$ DP.....	40
TABELA 5 - Parâmetros de oxigenação tecidual de porcos submetidos à lobectomia pulmonar videoassistida sob ventilação monopulmonar anestesiados com isoflurano associado à infusão contínua de remifentanil (ISO, $n = 6$ ) ou infusão contínua de propofol e remifentanil (PRO, $n = 7$ ). Média $\pm$ DP.....	41
TABELA 6 - Variáveis hemodinâmicas de porcos submetidos à lobectomia pulmonar videoassistida sob ventilação monopulmonar anestesiados com isoflurano associado à infusão contínua de remifentanil (ISO, $n = 6$ ) ou infusão contínua de propofol e remifentanil (PRO, $n = 7$ ). Média $\pm$ DP.....	42

TABELA 7 - Tempos (minutos) e qualidade de recuperação anestésica em porcos submetidos à lobectomia pulmonar videoassistida sob ventilação monopulmonar anestesiados com isoflurano associado à infusão contínua de remifentanil (ISO,  $n = 6$ ) ou infusão contínua de propofol e remifentanil (PRO,  $n = 7$ ). Média  $\pm$  DP.....

## LISTA DE ABREVIATURAS

ASC: área de superfície corpórea  
avDO<sub>2</sub>: diferença arteriovenosa de conteúdo de oxigênio  
CaO<sub>2</sub>: conteúdo arterial de oxigênio  
CcO<sub>2</sub>: conteúdo capilar pulmonar de oxigênio  
Cl<sup>-</sup>: concentrações plasmáticas de cloro  
cmH<sub>2</sub>O: centímetro de água  
CO<sub>2</sub>: gás carbônico  
CvO<sub>2</sub>: conteúdo venoso misto de oxigênio  
DC: débito cardíaco  
DO<sub>2</sub>: disponibilidade de oxigênio  
EB: excesso de bases  
*f*: frequência respiratória  
FC: frequência cardíaca  
F<sub>E</sub>Iso: fração expirada de isofluorano ao final da expiração  
FiO<sub>2</sub>: fração inspirada de oxigênio  
GABA: ácido γ-aminobutírico  
GLI: concentrações plasmáticas de glicose  
HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: bicarbonato  
Hgba: hemoglobina arterial  
Hgbvm: hemoglobina venosa  
IC: índice cardíaco  
I:E: relação inspiração:expiração  
IRVP: índice de resistência vascular pulmonar  
IRVS: índice de resistência vascular sistêmica  
IS: índice sistólico  
ITVD: índice de trabalho cardíaco direito  
ITVE: índice de trabalho cardíaco esquerdo

ITVSD: índice de trabalho sistólico do ventrículo direito

ITSVE: índice de trabalho sistólico do ventrículo esquerdo

K<sup>+</sup>: concentrações plasmáticas de potássio

LAC: concentrações plasmáticas de lactato

Na<sup>+</sup>: concentrações plasmáticas de sódio

O<sub>2</sub>: oxigênio

PAD: pressão arterial diastólica

PAM: pressão arterial média

PAO<sub>2</sub>: pressão alveolar de oxigênio

PAPm: pressão da artéria pulmonar média

PAPOm: pressão da artéria pulmonar ocluída média

PAS: pressão arterial sistólica

PaO<sub>2</sub>: pressão parcial de oxigênio no sangue arterial

PaCO<sub>2</sub>: pressão parcial de gás carbônico no sangue arterial

P<sub>E</sub>'CO<sub>2</sub>: pressão de gás carbônico ao final da expiração

pH: potencial hidrogeniônico

PVCm: pressão venosa central média

PvmCO<sub>2</sub>: pressão parcial de gás carbônico no sangue venoso misto

PvmO<sub>2</sub>: pressão parcial de oxigênio no sangue venoso misto

Qs/Qt: fração de *shunt*

RVP: resistência vascular pulmonar

RVS: resistência vascular sistêmica

SaO<sub>2</sub>: saturação de oxigênio arterial

SpO<sub>2</sub>: saturação periférica da hemoglobina com oxigênio

SvmO<sub>2</sub>: saturação de oxigênio do sangue venoso misto

Temp: temperatura esofágica

TEO<sub>2</sub>: taxa de extração de oxigênio

TIVA: anestesia intravenosa total

Vd/Vt: quantidade de espaço morto em relação ao volume corrente

$VO_2$ : consumo de oxigênio

VPH: vasoconstrição pulmonar hipóxica

VS: volume sistólico

V/Q: relação entre a ventilação e a perfusão

## SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO .....	15
2.OBJETIVOS .....	19
2.1    Objetivos Gerais.....	19
2.2    Objetivos Específicos .....	19
3.REVISÃO DE LITERATURA .....	20
3.1 Técnicas de intubação para ventilação monopulmonar .....	20
3.2 Fisiologia da Ventilação Monopulmonar .....	22
3.3 Alterações cardiovasculares decorrentes do pneumotórax .....	23
3.4 Protocolo anestésico .....	24
3.4.1 Propofol .....	24
3.4.2 Isoflurano .....	27
3.4.3 Remifentanil.....	28
4.MATERIAL E MÉTODOS .....	30
5. RESULTADOS .....	37
6. DISCUSSÃO .....	44
7. CONCLUSÃO.....	48
8. REFERÊNCIAS.....	49
ANEXOS .....	53

## 1. INTRODUÇÃO

A cirurgia endoscópica é caracterizada pelo acesso cirúrgico minimamente invasivo. Pode ser denominada cirurgia laparoscópica ou celioscópica quando o procedimento envolve a cavidade abdominal, e toracoscópica ou cirurgia toracoscópica videoassistida quando envolve a cavidade torácica (Beck *et al.*, 2004)

O acesso toracoscópico tem sido utilizado principalmente para a realização de lobectomias, biópsias pulmonares e pericardiectomias (Walsh *et al.*, 1999). Quando comparada à toracotomia, a toracosopia apresenta diversas vantagens ao paciente, tais como redução de trauma cirúrgico, menor dor no período pós-operatório, menor tempo de hospitalização e recuperação mais rápida (Finger *et al.*, 2009).

A abordagem toracoscópica, entretanto, promove alterações cardiovasculares e respiratórias importantes, gerando maior risco durante o procedimento anestésico (Fredman, 2001). Para aumentar o espaço de trabalho do cirurgião recomenda-se promover colapso pulmonar, que pode ser obtido de duas maneiras: por ventilação seletiva de apenas um pulmão com colapso pulmonar passivo, ou então por ventilação de dois pulmões com compressão pulmonar induzida pela insuflação de gás em um dos hemitórax (Polis *et al.*, 2002).

A insuflação da cavidade resulta em aumento da pressão intratorácica, podendo causar compressão das veias cavas e assim impedindo o retorno venoso adequado e, conseqüentemente, diminuindo do débito cardíaco (DC). A introdução de volume igual ou superior a 50 mL kg<sup>-1</sup> hemitórax<sup>-1</sup> pode elevar a



pressão venosa central e causar colapso circulatório (Pigatto *et al.*, 2008). Visando reduzir essas alterações recomenda-se realizar ventilação monopulmonar (VMP) com colapso passivo do pulmão contralateral para evitar a insuflação excessiva da cavidade torácica (Shah e Bready, 2001). Desta maneira, a insuflação com baixa pressão fornece visualização adequada do espaço intratorácico sem causar alterações cardiopulmonares acentuadas (Polis *et al.*, 2002).

Nesta modalidade ventilatória, porém, ocorre aumento da fração de *shunt* intrapulmonar ( $Q_s/Q_t$ ) e alteração da relação entre a ventilação e a perfusão ( $V/Q$ ) (Kudnig *et al.*, 2004). O pulmão colabado permanece perfundido, porém, nele não ocorrem trocas gasosas e, no pulmão ventilado, as trocas gasosas podem ser comprometidas devido às áreas de *shunt* resultantes das alterações do fluxo sanguíneo, resultando em hipoxemia (Kudnig *et al.*, 2006).

Nesse caso, um mecanismo compensatório denominado vasoconstrição pulmonar hipóxica (VPH) promove o desvio do fluxo sanguíneo do pulmão colabado para o pulmão ventilado, para que não ocorra diminuição na relação  $V/Q$  e aumento de  $Q_s/Q_t$ , de maneira a manter a pressão parcial de oxigênio no sangue arterial ( $PaO_2$ ) adequada (Fogg, 2011).

Diversos fatores podem alterar esse mecanismo, entre eles se encontram o débito cardíaco e o equilíbrio ácido-básico. Além desses, estudos *in vitro* sugerem que os anestésicos inalatórios deprimem a VPH enquanto os intravenosos não (Schwarzkopf *et al.*, 2003). Entretanto, quando as duas técnicas anestésicas são comparadas os resultados obtidos foram conflitantes. Alguns trabalhos sugerem que o propofol diminui a  $Q_s/Q_t$  e promove melhor

oxigenação (Abe *et al.*, 1998; Schwarzkopf *et al.*, 2003), enquanto outros sugerem que não há diferença significativa entre as técnicas (Beck *et al.*, 2001).

Atualmente, o isoflurano é o agente inalatório mais utilizado na medicina veterinária apesar de, na última década, serem introduzidos outros fármacos como o sevoflurano e o desflurano (Lozano *et al.*, 2009). Entretanto, causa depressão cardiovascular de maneira dose-dependente, podendo resultar em hipotensão arterial devido principalmente à redução na resistência vascular sistêmica (RVS) (Boscan *et al.*, 2005).

A anestesia intravenosa total (TIVA) com propofol isoladamente ou em associação com fármacos analgésicos tem sido amplamente estudada como alternativa aos anestésicos inalatórios (Andreoni e Lynne Hughes, 2009). Entre as principais vantagens da TIVA podem ser citadas: melhor recuperação anestésica (Tsai *et al.*, 2007), menor depressão cardiovascular (Mannarino *et al.*, 2012), independência do aparelho respiratório e ausência de poluição do ambiente cirúrgico. O propofol é um anestésico intravenoso com propriedades hipnóticas e sedativas, com início de ação rápida e curta duração (Sams *et al.*, 2008). Como não possui propriedades analgésicas, deve ser associado a outros fármacos para reduzir a dose de manutenção e promover analgesia transoperatória.

A infusão de opioides no período transoperatório tem sido amplamente utilizada na medicina veterinária. Esta técnica promove analgesia adequada para a realização do procedimento, além de reduzir a necessidade do anestésico inalatório ou intravenoso (Allweiler *et al.*, 2007). O remifentanil se destaca como opioide analgésico transoperatório pois apresenta farmacocinética singular, com metabolização por esterases inespecíficas presentes no sangue e nos tecidos

(Ryu *et al.*, 2008) tornando sua depuração dependente não apenas da função hepática. Por apresentar período de ação curto, sem efeito cumulativo, é considerado o opioide mais apropriado para o uso em infusão contínua (Videira e Cruz, 2004).

## **2. OBJETIVOS**

### *2.1 Objetivos Gerais*

O objetivo deste estudo é comparar os efeitos da anestesia intravenosa total utilizando infusão contínua de propofol e remifentanil com a anestesia intravenosa parcial pelo isoflurano associado à infusão de remifentanil em porcos submetidos a lobectomia pulmonar videoassistida sob VMP.

### *2.2 Objetivos Específicos*

Especificamente, este estudo tem os seguintes objetivos:

- a) Comparar as alterações cardiovasculares e respiratórias entre a anestesia com propofol ou isoflurano associados à infusão de remifentanil;
- b) Comparar os efeitos hemodinâmicos e de oxigenação tecidual transoperatórios durante a VMP entre a anestesia intravenosa total com propofol e remifentanil e a anestesia intravenosa parcial com isoflurano e remifentanil;
- c) Avaliar a taxa de infusão do propofol e a fração expirada de isoflurano requeridas para a realização do procedimento;
- d) Avaliar os tempos e a qualidade da recuperação anestésica de porcos submetidos a lobectomia pulmonar minimamente invasiva com os dois protocolos;

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Técnicas de intubação para ventilação monopulmonar

A técnica de ventilação seletiva necessita de intubação específica, podendo-se utilizar sonda traqueal de duplo lúmen, bloqueador brônquico ou sonda traqueal longa promovendo intubação bronquial (Mosley, 2015). A maior limitação da técnica consiste na confirmação do correto posicionamento do tubo, que deve ser realizada por broncoscopia (Benumof, 1993). Mesmo que se possa realizar a toracoscopia para verificar o colapso pulmonar, a utilização do broncoscópio flexível aumenta a precisão e o correto posicionamento do traqueotubo quando se utiliza a técnica de intubação às cegas (Mayhew *et al.*, 2012).

As sondas traqueais de duplo lúmen são as mais utilizadas na medicina, uma vez que foram projetadas especificamente para seres humanos, entretanto seu uso foi adaptado para a medicina veterinária (Mayhew *et al.*, 2012). Elas são compostas por dois tubos de lúmen único unidos com desvio para a direita ou esquerda, de acordo com o pulmão que será ventilado. As sondas traqueais de duplo lúmen possuem dois balonetes, um para ocluir a traqueia e outro na sua extremidade distal para ocluir o brônquio principal.

Além da VMP, este modelo de sonda ainda permite que ambos os pulmões sejam ventilados de maneira independente. Ele possui duas conexões: uma traqueal e uma bronquial, de maneira que o circuito anestésico pode ser conectado em uma ou ambas as vias utilizando-se um adaptador de acordo com a necessidade do procedimento (Adami *et al.*, 2011).

Outra forma de se promover ventilação seletiva consiste na utilização de um bloqueador brônquico, que comparado às sondas de duplo lúmen, tende a se adaptar mais facilmente à anatomia dos pacientes veterinários (Bauquier *et al.*, 2010). Os bloqueadores brônquicos são cateteres longos que possuem um balonete em sua extremidade distal que promove a obstrução da passagem de ar pelo brônquio principal direito ou esquerdo.

Após a intubação traqueal, conecta-se a saída proximal da sonda traqueal a um adaptador de múltiplas portas, que permite a introdução do bloqueador e do broncoscópio sem que ocorra vazamento de ar, além do circuito respiratório para realizar a ventilação do paciente. Em seguida, com o auxílio do broncoscópio, o bloqueador é direcionado ao brônquio principal a ser ocluído e o balonete é inflado (Mosley, 2015).

Quando comparadas as duas técnicas, observou-se melhor colapso pulmonar e melhor visualização cirúrgica quando utilizado o tubo de duplo lúmen. Entretanto, a utilização do bloqueador brônquico causou menor incidência de complicações pós-operatórias como rouquidão e lesão de cordas vocais em seres humanos (Knoll *et al.*, 2006).

Nos casos em que não se disponham desses dispositivos, ou as variações anatômicas do paciente não permitam a utilização de uma dessas técnicas de intubação seletiva, indica-se a intubação bronquial com sonda traqueal longa. Essa técnica, porém, não exclui a verificação do correto posicionamento da sonda por um broncoscópio (Jackson *et al.*, 1999).

Na medicina veterinária, as complicações mais comuns decorrem do mau posicionamento da sonda traqueal, impedindo o colapso pulmonar passivo, e o

deslocamento do bloqueador para a traqueia causando obstrução completa das vias aéreas (Mosley, 2015).

### 3.2 Fisiologia da Ventilação Monopulmonar

A distribuição do fluxo sanguíneo pulmonar diminui de maneira concêntrica à medida que se distancia do hilo em direção à periferia. Em decúbito lateral, o pulmão inferior (dependente) recebe maior fluxo sanguíneo que o superior (não dependente). Porém, o pulmão não dependente recebe maior volume de ar durante a ventilação que o pulmão dependente, podendo ocorrer diminuição da  $V/Q$  e o aparecimento de *shunts* intrapulmonares (Kudnig *et al.*, 2006).

A realização da VMP provoca o colapamento do pulmão não dependente, podendo levar à hipoxemia. Nesse caso, a VPH promove o desvio do fluxo sanguíneo do pulmão colabado para o pulmão ventilado, para que não ocorra diminuição na relação  $V/Q$  e aumento na  $Q_s/Q_t$ , de maneira a manter os níveis de oxigenação adequados (Fogg, 2011).

Para se manter a oxigenação adequada, frequentemente é necessário utilizar técnicas ventilatórias diferentes para os pulmões dependente e não dependente. Recomenda-se realizar ventilação mecânica com pressão expiratória final positiva no pulmão dependente, de maneira a aumentar a capacidade residual funcional e prevenir o aparecimento de áreas de atelectasia. No pulmão não dependente utiliza-se ventilação por pressão positiva contínua para se diminuir a  $Q_s/Q_t$  e aumentar os níveis arteriais de  $O_2$  (Gothard, 2011).

### 3.3 Alterações cardiovasculares decorrentes do pneumotórax

Em seres humanos submetidos à toracoscopia com insuflação de CO<sub>2</sub> com pressões variando de 2 a 14mmHg não ocorreram alterações hemodinâmicas adversas significativas, entretanto, pressões menores que 10mmHg são mais seguras para procedimentos toracoscópicos de rotina (Wolfer *et al*, 1994).

Em cães submetidos a 2, 3 ou 5 mmHg de CO<sub>2</sub> para insuflação da cavidade torácica, concluiu-se que a insuflação com baixa pressão é capaz de fornecer visualização adequada do espaço intratorácico sem causar alterações cardiopulmonares acentuadas a curto prazo. Entretanto, períodos prolongados de insuflação podem conduzir a depressão cardiopulmonar profunda (Polis *et al.*, 2002).

Em toracoscopia experimental para o manejo de pneumotórax, introdução de volume igual ou superior a 50 mL kg<sup>-1</sup> hemitórax<sup>-1</sup> elevou a pressão venosa central acima de 10 cmH<sub>2</sub>O por compressão das veias cavas, que culminou em choque por obstrução e parada cardiorrespiratória em um animal (Pigatto *et al.*, 2008). A absorção do CO<sub>2</sub> utilizado durante a insuflação ainda pode produzir efeitos cardiovasculares como aumento do débito cardíaco, da pressão arterial média e das concentrações de adrenalina e noradrenalina plasmáticas (Polis *et al.*, 2002; Cararetto *et al.*, 2005).



### 3.4 Protocolo anestésico

#### 3.4.1 Propofol

O propofol (2,6-di-isopropilfenol) é um anestésico intravenoso alquilfenólico, insolúvel em água, com propriedades hipnóticas e sedativas. O início de ação é rápido devido à sua alta lipossolubilidade e distribuição ao sistema nervoso central. Ele é biotransformado principalmente por conjugação hepática, mas seu desaparecimento rápido no plasma é maior do que o fluxo sanguíneo hepático, sugerindo sítios de biotransformação extra-hepáticos (Sams *et al.*, 2008).

Sua formulação comercial consiste de uma emulsão aquosa de cor branca contendo óleo de soja, glicerol e lecitina de ovo, geralmente não possuindo conservantes em sua composição, possibilitando o crescimento de bactérias ou fungos no caso de contaminação do frasco. Dessa forma, recomenda-se o descarte do frasco após seis horas de sua abertura e no caso da utilização de infusões contínuas, recomenda-se a troca das seringas ou dos equipos utilizados na administração do fármaco a cada 12 horas (Short e Bufalari, 1999).

Os efeitos sedativos e hipnóticos do propofol ocorrem através da interação com o sistema neurotransmissor inibitório do ácido  $\gamma$ -aminobutírico (GABA), principal neurotransmissor inibitório do sistema nervoso central. O propofol tem maior afinidade por receptores GABA tipo A (GABA<sub>A</sub>), que consiste de um canal iônico de abertura ativada por ligante acoplado a um canal de cloro. Quando o receptor GABA<sub>A</sub> é ativado, a condutância transmembrana de cloro aumenta, resultando em hiperpolarização da membrana celular pós-sináptica e inibição funcional do neurônio pós-sináptico (Trapani *et al.*, 2000).

A depressão cardiorrespiratória causada pelo propofol é dose-dependente, podendo ocorrer hipotensão arterial, diminuição da frequência cardíaca, aumento da pressão de gás carbônico ao final da expiração ( $P_E'CO_2$ ), aumento da pressão parcial de gás carbônico no sangue arterial ( $PaCO_2$ ) e diminuição da  $PaO_2$  (Aguiar *et al.*, 2001).

A utilização do propofol como agente de manutenção anestésica em cirurgias torácicas ganhou força no final da década de 1980 (Van Keer *et al.*, 1989). Em um estudo clínico em humanos que seriam submetidos a toracotomia e VPM, verificou-se que o propofol quando utilizado como agente anestésico de manutenção nas doses de 6 a 12 mg kg<sup>-1</sup> hora<sup>-1</sup> não causava inibição da VHP, sem alterações significativas na  $PaO_2$  e  $Qs/Qt$ .

A partir da década de 1990, inúmeros estudos compararam os efeitos do propofol com diferentes agentes inalatórios, obtendo-se resultados contraditórios. Kellow *et al.* (1995) compararam os efeitos do propofol e do isoflurano nas variáveis hemodinâmicas e de oxigenação, obtendo valores significativamente menores de  $Qs/Qt$  no grupo propofol durante a ventilação monopulmonar. Entretanto, o propofol causou redução significativa e sustentada do índice cardíaco e aumento no volume sistólico final sem aumento na pós-carga do ventrículo direito, sugerindo comprometimento da função sistólica ventricular.

Porém, quando comparado ao sevoflurano o propofol não apresentou diferenças significativas para a  $PaO_2$  e  $Qs/Qt$ . Sendo que Beck *et al.* (2001) relataram valores maiores de  $Qs/Qt$  e menor  $PaO_2$  com a utilização do propofol na taxa de 6 mg kg<sup>-1</sup> hora<sup>-1</sup> durante a ventilação monopulmonar. Pruszkowski *et al.* (2007) também relataram valores semelhantes de  $PaO_2$  quando utilizaram o

propofol em infusão alvo-controlada ou sevoflurano para a manutenção do índice biespectral entre 40 e 60 em humanos submetidos a ventilação monopulmonar.

Em um estudo experimental em porcos, Karzai et al. (1998) avaliaram os efeitos do desflurano e do propofol durante a conversão da ventilação dos dois pulmões para a VMP e os efeitos da mudança da anestesia inalatória para a intravenosa. Após a conversão para a VMP, os valores de  $PaO_2$ , pressão arterial média (PAM) e DC foram significativamente maiores durante a anestesia com propofol. A mudança para a anestesia intravenosa propiciou o aumento de até 15% da  $PaO_2$  e aumento significativa da pressão parcial de oxigênio e da saturação de oxigênio do sangue venoso misto ( $PvmO_2$  e  $SvmO_2$ , respectivamente), porém os autores não avaliaram a  $Qs/Qt$ .

Schwarzkopf et al. (2003) avaliaram os efeitos do desflurano, do isoflurano e do propofol na perfusão pulmonar, a  $Qs/Qt$  e a oxigenação em porcos durante a VMP. Os resultados demonstraram melhor oxigenação com o propofol, com valores significativamente maiores para  $PaO_2$ ,  $PvmO_2$  e  $SvmO_2$ . Os autores, porém, não observaram diferenças na  $Qs/Qt$  e na perfusão pulmonar entre os grupos, sugerindo não haver inibição clinicamente importante da HPV pelos anestésicos inalatórios.

Embora apresente propriedades favoráveis como anestésico de manutenção para cirurgias torácicas, o propofol não promove analgesia significativa e torna necessária sua associação com fármacos analgésicos para a promoção de uma anestesia balanceada (Singh Bajwa *et al.*, 2010).

### 3.4.2 Isoflurano

O isoflurano é um agente volátil amplamente utilizado em medicina veterinária devido as suas propriedades farmacocinéticas e farmacodinâmicas. Em decorrência de seu baixo coeficiente de solubilidade sangue-gás, promove indução e recuperação rápidas e, por consequência, maior controle da profundidade anestésica (Lozano *et al.*, 2009).

Uma das vantagens dos anestésicos voláteis é que eles são eliminados do organismo principalmente pelo sistema respiratório e não se acumulam durante longos procedimentos, não requerendo metabolismo extenso para sua eliminação. Entretanto, devido a poluição do ambiente cirúrgico, podem ser deletérios para os profissionais de saúde.

O isoflurano causa depressão respiratória dose-dependente, com decréscimo no volume corrente e na frequência respiratória, levando ao aumento da  $\text{PaCO}_2$  e diminuição da  $\text{PaO}_2$ . A depressão cardiovascular promovida pelo isoflurano pode ser resultante de sua ação específica no miocárdio (efeito inotrópico negativo) ou na vasculatura periférica, levando à vasodilatação e consequentemente, causando diminuição da resistência vascular sistêmica (RVS) (Boscan *et al.*, 2005).

Os anestésicos inalatórios também inibem a VPH, uma resposta fisiológica que regula o fluxo sanguíneo do pulmão colabado para o pulmão ventilado de maneira a manter a  $\text{PaO}_2$  adequada. Os efeitos do isoflurano e do enflurano em 1 CAM sobre a oxigenação tecidual foram avaliados em pacientes sob VMP (Slinger e Scott, 1995). Nesse estudo, os pacientes que receberam isoflurano apresentaram  $\text{PaO}_2$  significativamente maiores após 30 minutos de

VMP. Os mesmos também apresentaram valores superiores de DC e Qs/Qt, porém, sem diferença significativa.

### 3.4.3 Remifentanil

Os opioides de curta duração mais utilizados em infusão contínua são: fentanil, alfentanil, sulfentanil e o remifentanil. Entre eles, destaca-se o remifentanil, que apresenta farmacocinética singular, com metabolização por esterases inespecíficas presentes no sangue e nos tecidos (Ryu *et al.*, 2008) tornando sua depuração dependente não apenas da função hepática. O remifentanil é um opioide  $\mu$ -agonista com efeito analgésico dose-dependente e sua potência é 20 a 30 vezes maior que a do alfentanil quando comparada a analgesia (Glass *et al.*, 1999). O tempo de de meia-vida de eliminação do remifentanil em cães varia entre três e seis minutos, sem contribuição hepática significativa para o *clearance* total do fármaco (Hoke *et al.*, 1997).

O remifentanil apresenta efeito dose-dependente na redução da concentração dos anestésicos inalatórios, entretanto, possui efeito teto semelhante a outros opioides (Allweiler *et al.*, 2007). Monteiro *et al.* (2010) relataram que em cães ocorreu redução da concentração alveolar mínima do isoflurano em 59% quando o remifentanil foi utilizado na dose de  $18 \mu\text{g kg}^{-1} \text{ hora}^{-1}$  e efeito teto com a dose de  $54 \mu\text{g kg}^{-1} \text{ hora}^{-1}$ .

Assim como ocorre com outros opioides  $\mu$ -agonistas, o remifentanil causa depressão respiratória dose-dependente, devido redução da frequência respiratória e do volume corrente (Egan *et al.*, 1993), podendo ocorrer elevação da  $\text{PaCO}_2$  e diminuição da  $\text{PaO}_2$ , sendo recomendada a realização de ventilação mecânica quando necessário.

Em cães, os efeitos hemodinâmicos da administração do remifentanil resultaram em diminuição dose dependente na frequência cardíaca (FC), na PAM e no DC. Quando comparado ao alfentanil, as alterações hemodinâmicas causadas pelo remifentanil foram maiores, sendo esse efeito atribuído a maior potência do remifentanil em receptores  $\mu$  (James *et al.*, 1992).

Chow *et al.* (2003) avaliaram os efeitos do remifentanil e da anestesia peridural torácica com bupivacaína na oxigenação e na Qs/Qt durante a VMP em pacientes anestesiados com o sevoflurano. Os pacientes que receberam remifentanil apresentaram maior valor de Qs/Qt que os pacientes que receberam a anestesia peridural. Entretanto, os resultados do índice cardíaco (IC) e da PvmO<sub>2</sub> foram maiores nesses pacientes, o que poderia justificar a maior perfusão do pulmão não ventilado e a redução do estímulo hipóxico da VPH.

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi aprovada pela da Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias da UFPR, protocolo número 032/2014. Foram utilizados 13 porcos domésticos (*Sus scrofa domesticus*) saudáveis, machos, sem padronização racial, com cinco meses de idade, pesando entre 10,5 e 41 kg, submetidos a lobectomia pulmonar videoassistida. Os animais permaneceram em baias individuais por um período de ambientação mínimo de 48 horas e foram submetidos a jejum alimentar e hídrico de 12 horas antes do procedimento cirúrgico.

Foi realizada medicação pré-anestésica com azaperone, 2 mg kg<sup>-1</sup> (40 mg mL<sup>-1</sup>; Destress; Des-Far; Brasil); meperidina, 5 mg kg<sup>-1</sup> (50 mg mL<sup>-1</sup>; Dolosal; Cristália; Brasil) e cetamina, 10 mg kg<sup>-1</sup> (100 mg mL<sup>-1</sup>; Ketamina Agener; Agener; União; Brasil), administrados na mesma seringa pela via intramuscular (IM). Após sedação, pescoço, tórax, orelhas e membros foram depilados e limpos. Os animais foram posicionados em decúbito lateral esquerdo e durante cinco minutos receberam oxigênio a 100%, com fluxo de 5 L minuto<sup>-1</sup> por meio de máscara facial, enquanto as veias auriculares foram canuladas com cateter intravenoso calibre 20G. Após 60 minutos da pré-medicação, a anestesia foi induzida com infusão de propofol (10 mg mL<sup>-1</sup>; Propovan; Cristália; Brasil) na taxa de 2 mg kg<sup>-1</sup> minuto<sup>-1</sup> na orelha direita, e remifentanil (2 mg; Ultiva; GlaxoSmithKline; Brasil), na taxa de 10 µg kg<sup>-1</sup> hora<sup>-1</sup>, diluído a 1 µg mL<sup>-1</sup> em solução salina a 0,9%, na orelha esquerda, até a perda do reflexo palpebral. A infusão de propofol foi realizada por meio de bomba de seringa (DigiPump SR8x, Digicare Biomedical Technology, FL, EUA) e a infusão de remifentanil por meio de bomba de infusão peristáltica linear (DigiPump IP88x, Digicare Biomedical

Technology, FL, EUA). A mesma taxa de remifentanil foi mantida após a indução anestésica até o fim do procedimento, e interrompida no mesmo momento que o agente anestésico.

Seguido imediatamente à intubação endotraqueal com sonda traqueal de Murphy com diâmetro interno de 7 mm, foi iniciada ventilação com pressão positiva intermitente (Dx 5000, Dixtal Biomédica, Brasil) no intuito de manter a  $P_{E'}CO_2$  entre 35 e 45 mmHg. Os ajustes iniciais foram frequência respiratória ( $f$ ) em 10 movimentos por minuto, fração inspirada de oxigênio ( $FiO_2$ ) de 100%, volume corrente de 15 mL  $kg^{-1}$ , pressão de pico inspiratória em 10 cm  $H_2O$  e relação inspiração:expiração (I:E) de 1:2. Alterações nos parâmetros respiratórios foram realizados de acordo com a meta durante o procedimento anestésico, ajustando preferencialmente  $f$  e pressão de pico.

Os animais foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos com auxílio do aplicativo *random.org*, conforme o protocolo de manutenção anestésica: PRO ( $n = 7$ ) recebeu infusão contínua de propofol em uma taxa inicial de 0,2 mg  $kg^{-1}$   $minuto^{-1}$ ; e ISO ( $n = 6$ ) recebeu isoflurano (Isoforine; Cristália; Brasil, ISO), iniciado com uma fração expirada ( $F_{E'}Iso$ ) de 1,0 v%, avaliado por meio de analisador de gases em monitor multiparamétrico (LifeWindow LW9XVet, Digicare Biomedical Technology, FL, EUA).

Foi atribuído um escore de 1 a 4 para avaliação da profundidade anestésica de acordo com os parâmetros avaliados: 1 (anestesia insuficiente): reflexo palpebral intenso, movimentos musculares espontâneos, aumento de frequência cardíaca de 50% em relação ao valor basal; 2 (anestesia de grau superficial): reflexo palpebral presente, sem movimentação espontânea, aumento de frequência cardíaca de 20 a 50% em relação ao valor basal; 3



(anestesia cirúrgica): reflexo palpebral ausente, sem movimentação espontânea, frequência cardíaca com variação máxima de 20% em relação ao valor basal; 4 (anestesia profunda): sem reflexo palpebral, sem movimentação espontânea, diminuição de frequência cardíaca de mais 20% com relação ao valor basal ou pressão arterial média abaixo de 60 mmHg. A avaliação da profundidade anestésica era realizada a cada 10 minutos durante o período transoperatório.

A taxa de propofol foi acrescida em  $0,1 \text{ mg kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$  ou o isoflurano em 0,1v% quando o plano anestésico foi classificado como 2, e em  $0,2 \text{ mg kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$  ou o isoflurano em 0,2v% quando classificado como 1. Quando o plano anestésico foi classificado como 3, o anestésico foi mantido na mesma taxa ou concentração e quando classificado como 4 a taxa de propofol foi reduzida em  $0,1 \text{ mg kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$  ou o isoflurano em 0,1v%.

Foram avaliados e registrados a cada 10 minutos os seguintes parâmetros: FC,  $f$ , saturação periférica da hemoglobina com oxigênio ( $\text{SpO}_2$ ), índice de perfusão (PI), índice de variação pletismográfica (PVI), temperatura esofágica (Temp), pressão arterial sistólica (PAS), PAM e pressão arterial diastólica (PAD),  $\text{F}_{\text{E'Iso}}$  e  $\text{P}_{\text{E'CO}_2}$ , por meio do monitor multiparamétrico. O primeiro registro dos parâmetros foi realizado 10 minutos após a indução anestésica e considerado como basal.

A artéria safena foi canulada para mensuração das pressões arteriais pelo método invasivo e coleta de amostras de sangue para avaliação de pH,  $\text{PaO}_2$  e  $\text{PaCO}_2$ , saturação de oxigênio arterial ( $\text{SaO}_2$ ), hemoglobina arterial ( $\text{Hgba}$ ), bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), excesso de bases (EB) e as concentrações plasmáticas de sódio ( $[\text{Na}^+]$ ), cloreto ( $[\text{Cl}^-]$ ), potássio ( $[\text{K}^+]$ ), glicose ( $[\text{GLI}]$ ) e lactato ( $[\text{LAC}]$ ). As amostras de sangue foram coletadas cinco minutos após a realização da

intubação seletiva, no início do procedimento cirúrgico, cinco minutos após a instituição do pneumotórax e após reestabelecimento da pressão negativa torácica, no final do procedimento cirúrgico.

O acesso cirúrgico foi realizado na região paramediana do pescoço para dissecação da veia jugular externa direita e introdução de um cateter de artéria pulmonar. Um introdutor 8F (Introflex I451BF8, Edwards Lifesciences LLC, Estados Unidos da América) foi colocado na veia jugular e através dele foi introduzido um cateter de termodiluição Swan-Ganz 7F (Edwards Cateter Swan-Ganz 131HF7, Edwards Lifesciences LLC, Estados Unidos da América) para mensuração do DC. O correto posicionamento do cateter foi confirmado pela observação de ondas características de pressão da artéria pulmonar. A mensuração do DC foi realizada pelo monitor multiparamétrico com 5 mL de solução fisiológica 0,9% resfriada entre 0 e 5°C, administrados durante três segundos. O valor final foi a média de três medidas com desvio não superior a 10%.

Por meio do cateter de artéria pulmonar foram mensurados os seguintes parâmetros: pressão venosa central média (PVCm), pressão da artéria pulmonar média (PAPm) e pressão da artéria pulmonar ocluída média (PAPOm). Foram realizadas coletas de sangue venoso misto (Svm) para avaliação de pH, PvmO<sub>2</sub>, pressão parcial de gás carbônico (PvmCO<sub>2</sub>), saturação de oxigênio venoso misto (SvmO<sub>2</sub>) e hemoglobina (Hgbvm).

Ao final do experimento, também foram calculadas as variáveis hemodinâmicas e de oxigenação tecidual, sendo: área de superfície corpórea (ASC), IC, volume sistólico (VS), índice sistólico (IS), RVS, índice de resistência vascular sistêmica (IRVS), resistência vascular pulmonar (RVP), índice de

resistência vascular pulmonar (IRVP), índice de trabalho sistólico do ventrículo esquerdo (ITSVE), índice de trabalho sistólico do ventrículo direito (ITVSD), índice de trabalho cardíaco esquerdo (ITVE), índice de trabalho cardíaco direito (ITVD), conteúdo arterial de  $O_2$  ( $CaO_2$ ), conteúdo venoso misto de  $O_2$  ( $CvO_2$ ), conteúdo capilar pulmonar de  $O_2$  ( $CcO_2$ ), pressão alveolar de  $O_2$  ( $PAO_2$ ), disponibilidade de  $O_2$  ( $DO_2$ ), consumo de  $O_2$  ( $VO_2$ ), taxa de extração de  $O_2$  ( $TEO_2$ ), diferença arteriovenosa de conteúdo de  $O_2$  ( $avDO_2$ ), relação ente espaço morto e volume corrente ( $V_d/V_t$ ) e  $Q_s/Q_t$  em cinco minutos após a realização da intubação seletiva, no início do procedimento cirúrgico, cinco minutos após a instituição do pneumotórax e após reestabelecimento da pressão negativa torácica, no final do procedimento cirúrgico (Haskins *et al.*, 2005).

Após a primeira mensuração do DC, e com o auxílio de um fibroscópio flexível de 5 mm, foi realizada intubação seletiva do pulmão esquerdo com uma sonda traqueal de Murphy tamanho 5,5 mm acoplada internamente em outra sonda de 7 mm resultando em um tubo com 43 cm de comprimento, para realização da VMP. Toda a instrumentação foi realizada em até 110 minutos após a indução anestésica, momento em que se iniciou o procedimento cirúrgico.

Ao término do procedimento a ventilação monopulmonar foi desfeita e realizaram-se quatro movimentos respiratórios com pressão inspiratória de pico de 40 cm  $H_2O$  para desfazer a atelectasia pulmonar. Em seguida, foi restabelecida a pressão intratorácica negativa pela drenagem do pneumotórax residual por punção transtorácica com escalpe. As infusões de propofol e remifentanil foram interrompidas, bem como a ventilação controlada. Para a realização do desmame da ventilação mecânica, foi realizada diminuição da  $f$  em três movimentos a cada minuto até que o animal apresentasse ventilação

espontânea, mantivesse  $P_{E'}CO_2$  entre 35 e 45 mmHg e  $SpO_2$  superior a 95%, sendo posteriormente desconectado do aparelho de anestesia.

Durante a recuperação anestésica foram avaliados os seguintes períodos: tempo para início da ventilação espontânea, tempo para centralização do globo ocular, tempo para início do reflexo palpebral, tempo para início de movimentos voluntários, tempo para extubação, tempo para recuperação postural (decúbito esternal) e tempo para deambulação normal.

Foram atribuídos quatro escores para avaliação da qualidade da recuperação anestésica: 1 (excelente): mudança de decúbito sem movimentos atáxicos, levanta-se e movimenta-se sem ataxia; 2 (boa): mudança de decúbito com mínimos movimentos atáxicos, levanta-se e movimenta-se apenas com leve ataxia; 3 (regular): mudança decúbito com movimentos atáxicos moderados, requer mais que duas tentativas para levantar e movimenta-se com ataxia moderada; 4 (ruim): mudança de decúbito com ataxia grave, numerosas tentativas para levantar e movimenta-se com ataxia grave, recuperação agitada, animal apresenta vocalização ou movimentos de pedalagem (Linkenhoker *et al.*, 2010).

A analgesia pós-operatória foi realizada com carprofeno na dose de 2,2 mg kg<sup>-1</sup> (50 mg mL<sup>-1</sup>; Rimadyl; Zoetis; Brasil) pela via subcutânea na face lateral direita do pescoço. Foram realizadas avaliações de dor, por meio da escala visual analógica por um único avaliador, às 12, 24 horas e 48 horas após o término do procedimento. Caso em qualquer avaliação fosse notada a presença de dor, foi realizada analgesia resgate com morfina 0,5 mg kg<sup>-1</sup> (10 mg mL<sup>-1</sup>; Dimorf; Cristália; Brasil).

Foi realizada antibioticoterapia com enrofloxacin 5 mg kg<sup>-1</sup> (100 mg mL<sup>-1</sup>; Flobiotic; Syntec; Brasil) IM, uma vez ao dia, e curativo com solução tópica de iodopovidona (100 mg mL<sup>-1</sup>; Riodine; Rioquímica; Brasil) três vezes ao dia, durante 7 dias. Os porcos foram monitorados durante 15 dias e após este período foram submetidos à eutanásia. Para tal, após sedação seguida de anestesia geral em plano profundo foi administrado cloreto de potássio 19,1% (Isofarma, Brasil) por via intravenosa, de acordo com as diretrizes do Guia de Boas Práticas para a Eutanásia em Animais do Conselho Federal de Medicina Veterinária (2013).

A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. As análises estatísticas dos valores paramétricos foram efetuadas comparando grupos usando Teste-*t* não pareado. Os escores de recuperação anestésica foram analisadas pelo teste Mann-Whitney. STATVIEW 5.0.1 (SAS Institute Inc., NC, USA).

## 5. RESULTADOS

A média de peso dos animais foi semelhante entre PRO ( $23,3 \pm 12,9$  kg) e ISO ( $17,9 \pm 4,5$  kg,  $p = 0,35$ ), assim como a duração dos procedimentos anestésicos (PRO  $194 \pm 61$  minutos e ISO =  $171 \pm 56$  minutos,  $p = 0,51$ ) e o tempo médio de procedimento cirúrgico (PRO =  $85 \pm 41$  minutos e ISO =  $68 \pm 36$  minutos,  $p = 0,44$ ). Todos os animais apresentaram indução anestésica suave, sem mioclônias ou movimentos de pedalagem.

A taxa média de infusão de propofol foi de  $0,19 \pm 0,07$  mg kg<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup> e a F<sub>E</sub>'Iso média foi de  $0,87 \pm 0,15\%$ . As variações na taxa de infusão de propofol e na F<sub>E</sub>'Iso podem ser observadas nas figuras 1 e 2, respectivamente.

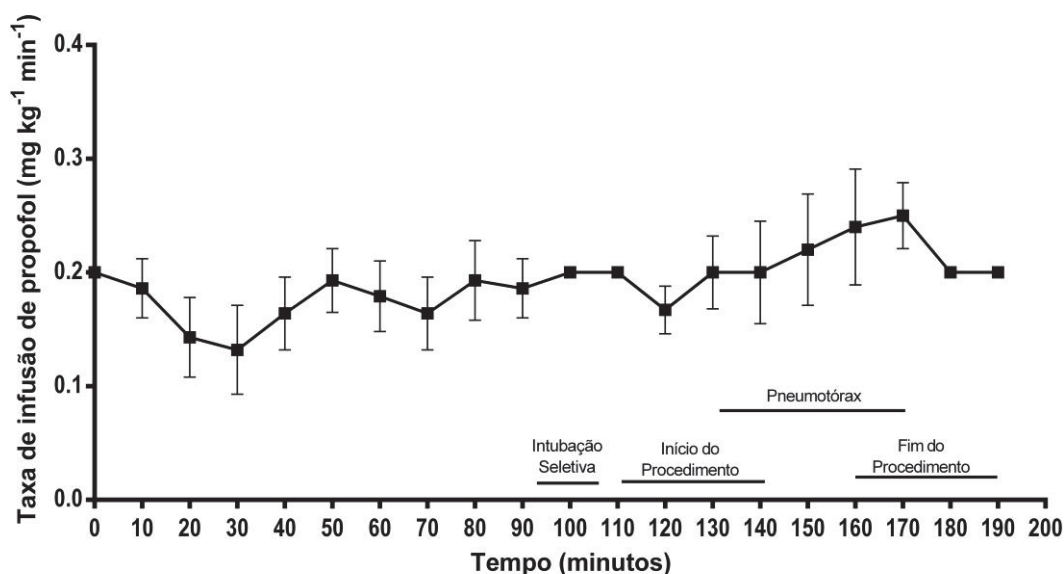


Figura 1. Variação na taxa de infusão de propofol em porcos submetidos a lobectomia pulmonar videoassistida sob ventilação monopulmнар anestesiados com infusão contínua de propofol e remifentanil (PRO,  $n = 7$ ). Média  $\pm$  EP

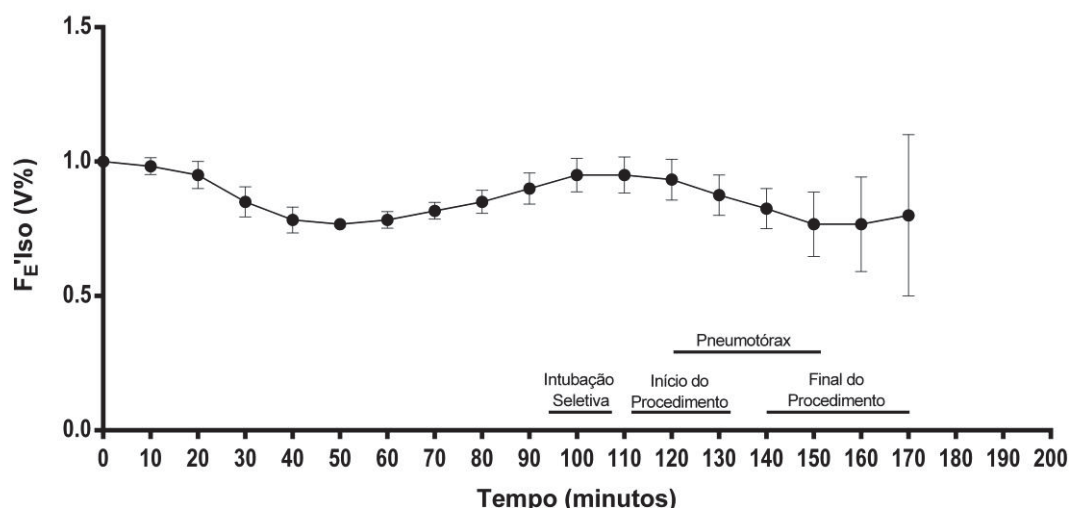


Figura 2. Variação na fração expirada isoflurano em porcões submetidos a lobectomia pulmonar videoassistida sob ventilação monopulmonar anestesiados com isoflurano associado à infusão contínua de remifentanil (ISO,  $n = 6$ ). Média  $\pm$  EP.

A  $f$  no PRO foi significativamente menor em relação ao ISO na avaliação basal ( $p < 0,0014$ ). No grupo PRO foi necessária uma maior  $f$  em relação ao momento basal em todos os momentos avaliados, porém sem diferença comparado ao ISO. A  $SpO_2$  reduziu no ISO após a instituição do pneumotórax. Todos animais apresentaram temperatura esofágica menor que a basal após a primeira avaliação (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros respiratórios e temperatura esofágica avaliados em porcões submetidos à lobectomia pulmonar videoassistida sob ventilação monopulmonar anestesiados com isoflurano associado à infusão contínua de remifentanil (ISO,  $n = 6$ ) ou infusão contínua de propofol e remifentanil (PRO,  $n = 7$ ). Média  $\pm$  DP

Momentos	$f$ (mpm)		$SpO_2$ (%)		Temp ( $^{\circ}C$ )		$P_E'CO_2$ (mmHg)	
	PRO	ISO	PRO	ISO	PRO	ISO	PRO	ISO
Basal	11 $\pm$ 1*	15 $\pm$ 0*	96 $\pm$ 4	95 $\pm$ 6	36,0 $\pm$ 0,7	36,6 $\pm$ 1,4 <sup>†</sup>	40 $\pm$ 6	40 $\pm$ 5
Intubação seletiva	13 $\pm$ 1 <sup>†</sup>	13 $\pm$ 3	96 $\pm$ 4	97 $\pm$ 2	35,1 $\pm$ 0,9 <sup>†</sup>	35,2 $\pm$ 1,2 <sup>†</sup>	44 $\pm$ 12	36 $\pm$ 4
Início da cirurgia	18 $\pm$ 7 <sup>†</sup>	14 $\pm$ 3	91 $\pm$ 9	86 $\pm$ 15	34,9 $\pm$ 0,9 <sup>†</sup>	34,7 $\pm$ 1,0 <sup>†</sup>	42 $\pm$ 7	42 $\pm$ 8
Pneumotórax	16 $\pm$ 3 <sup>†</sup>	19 $\pm$ 6	90 $\pm$ 9*	72 $\pm$ 16*	34,8 $\pm$ 1,0 <sup>†</sup>	34,7 $\pm$ 1,0 <sup>†</sup>	43 $\pm$ 9	43 $\pm$ 11
10' pneumotórax	19 $\pm$ 5 <sup>†</sup>	18 $\pm$ 4	95 $\pm$ 5	71 $\pm$ 18 <sup>†</sup>	34,9 $\pm$ 0,9 <sup>†</sup>	34,5 $\pm$ 0,9 <sup>†</sup>	45 $\pm$ 11	44 $\pm$ 9
20' pneumotórax	21 $\pm$ 6 <sup>†</sup>	21 $\pm$ 5	88 $\pm$ 14	82 $\pm$ 17 <sup>†</sup>	35,1 $\pm$ 0,7 <sup>†</sup>	34,2 $\pm$ 0,9 <sup>†</sup>	50 $\pm$ 12	38 $\pm$ 6
30' pneumotórax	22 $\pm$ 6 <sup>†</sup>	23 $\pm$ 5	83 $\pm$ 17	65 $\pm$ 26	34,9 $\pm$ 0,6* <sup>†</sup>	33,7 $\pm$ 0,9* <sup>†</sup>	44 $\pm$ 4	44 $\pm$ 4
Final	17 $\pm$ 6 <sup>†</sup>	15 $\pm$ 0	95 $\pm$ 5	95 $\pm$ 1	34,5 $\pm$ 1,1 <sup>†</sup>	34,3 $\pm$ 0,9 <sup>†</sup>	39 $\pm$ 9	36 $\pm$ 8

\*diferença significativa  $p < 0,05$  entre grupos na mesma variável em determinado momento; <sup>†</sup>diferença significativa  $p < 0,05$  entre momentos no mesmo grupo comparado ao valor basal.

Não foi observado diferença na frequência cardíaca e nas pressões arteriais entre os dois grupos, independente do momento avaliado. Porém, no grupo PRO foi observado aumento significativo da pressão arterial em relação ao basal após o início da cirurgia, durante o pneumotórax e ao final do procedimento (Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros cardiovasculares avaliados em porcos submetidos à lobectomia pulmonar videoassistida sob ventilação monopulmonar anestesiados com isoflurano associado à infusão contínua de remifentanil (ISO,  $n = 6$ ) ou infusão contínua de propofol e remifentanil (PRO,  $n = 7$ ). Média  $\pm$  DP

Momentos	FC (bpm)		PAS (mmHg)		PAM (mmHg)		PAD (mmHg)	
	PRO	ISO	PRO	ISO	PRO	ISO	PRO	ISO
Basal	81 $\pm$ 16	88 $\pm$ 23	81 $\pm$ 13	88 $\pm$ 12	52 $\pm$ 7	63 $\pm$ 13	38 $\pm$ 5	46 $\pm$ 10
Intubação seletiva	86 $\pm$ 26	76 $\pm$ 18	92 $\pm$ 15	79 $\pm$ 16	61 $\pm$ 12	55 $\pm$ 10	45 $\pm$ 11	39 $\pm$ 6
Início da cirurgia	88 $\pm$ 25	81 $\pm$ 23	94 $\pm$ 12	81 $\pm$ 7	64 $\pm$ 6	61 $\pm$ 14	46 $\pm$ 6 <sup>†</sup>	43 $\pm$ 8
Pneumotórax	82 $\pm$ 30	90 $\pm$ 22	93 $\pm$ 21	97 $\pm$ 27	65 $\pm$ 17	69 $\pm$ 23	51 $\pm$ 15	50 $\pm$ 18
10' pneumotórax	88 $\pm$ 29	99 $\pm$ 23	103 $\pm$ 11 <sup>†</sup>	104 $\pm$ 32	82 $\pm$ 19 <sup>†</sup>	74 $\pm$ 26	60 $\pm$ 27 <sup>†</sup>	53 $\pm$ 19
20' pneumotórax	87 $\pm$ 29	91 $\pm$ 30	114 $\pm$ 22	95 $\pm$ 23	85 $\pm$ 19	69 $\pm$ 16	67 $\pm$ 18 <sup>†</sup>	50 $\pm$ 13
30' pneumotórax	86 $\pm$ 16	86 $\pm$ 15	103 $\pm$ 14 <sup>†</sup>	95 $\pm$ 13	74 $\pm$ 14 <sup>†</sup>	69 $\pm$ 8	57 $\pm$ 13	49 $\pm$ 4
Final	82 $\pm$ 22	99 $\pm$ 23	99 $\pm$ 11 <sup>†</sup>	98 $\pm$ 12	72 $\pm$ 14 <sup>†</sup>	69 $\pm$ 9	60 $\pm$ 10 <sup>†</sup>	50 $\pm$ 7

<sup>†</sup>diferença significativa  $p < 0,05$  entre momentos no mesmo grupo comparado ao valor basal (10 minutos)

Na avaliação da hemogasometria arterial, os animais do ISO apresentaram leve acidose respiratória no início da cirurgia e após 10 minutos de pneumotórax, apresentando valores de pH significativamente menores em relação ao PRO ( $p=0,0209$  e  $p=0,0345$ , respectivamente). No início do procedimento, os animais do ISO apresentaram PaCO<sub>2</sub> significativamente maior que os animais do PRO ( $p=0,0205$ , Tabela 3).

Na avaliação da hemogasometria venosa mista, os animais do ISO apresentaram valores de pH significativamente menores em relação ao PRO no início da cirurgia e após 10 minutos de pneumotórax ( $p=0,0361$  e  $p=0,0356$ , respectivamente). No início do procedimento, o ISO também apresentou PvmCO<sub>2</sub> significativamente maior em relação ao PRO ( $p=0,0194$ , Tabela 4).



Tabela 3. Hemogasometria arterial de porcos submetidos à lobectomia pulmonar videoassistida sob ventilação monopulmonar anestesiados com isoflurano associado à infusão contínua de remifentanil (ISO,  $n = 6$ ) ou infusão contínua de propofol e remifentanil (PRO,  $n = 7$ ). Média  $\pm$  DP

Variável	Grupo	Intubação seletiva	Início procedimento	Após pneumotórax	Fim do procedimento
pH	ISO	7,33 $\pm$ 0,01	7,28 $\pm$ 0,07*	7,23 $\pm$ 0,09*	7,30 $\pm$ 0,14
	PRO	7,27 $\pm$ 0,07	7,38 $\pm$ 0,6*†	7,35 $\pm$ 0,08*	7,38 $\pm$ 0,03†
PaO <sub>2</sub> (mmHg)	ISO	91 $\pm$ 25	124 $\pm$ 101	108 $\pm$ 112	176 $\pm$ 77
	PRO	63 $\pm$ 18	219 $\pm$ 16*†	124 $\pm$ 78	222 $\pm$ 132†
PaCO <sub>2</sub> (mmHg)	ISO	55 $\pm$ 8	65 $\pm$ 15*	69 $\pm$ 22	55 $\pm$ 15
	PRO	50 $\pm$ 4	47 $\pm$ 6*	53 $\pm$ 15	48 $\pm$ 8
HCO <sub>3</sub> (mmol L <sup>-1</sup> )	ISO	30,1 $\pm$ 3,6	30,0 $\pm$ 3,0	30,1 $\pm$ 3,55	27,8 $\pm$ 4,8
	PRO	30,2 $\pm$ 2,4	28,5 $\pm$ 1,9	29,8 $\pm$ 3,94	29,4 $\pm$ 3,3
BE (mmol L <sup>-1</sup> )	ISO	3,25 $\pm$ 3,02	1,71 $\pm$ 3,40	1,63 $\pm$ 2,83	0,13 $\pm$ 5,69
	PRO	1,67 $\pm$ 2,16	2,38 $\pm$ 2,42	3,05 $\pm$ 3,19	2,96 $\pm$ 2,77
Sódio (mmol L <sup>-1</sup> )	ISO	140 $\pm$ 6	139 $\pm$ 4	138 $\pm$ 5	138 $\pm$ 5
	PRO	139 $\pm$ 1	140 $\pm$ 2	139 $\pm$ 2	139 $\pm$ 2
Cloro (mmol L <sup>-1</sup> )	ISO	103 $\pm$ 3	103 $\pm$ 2	103 $\pm$ 2	103 $\pm$ 3
	PRO	106 $\pm$ 5	106 $\pm$ 5	107 $\pm$ 4	112 $\pm$ 9
Potássio (mmol L <sup>-1</sup> )	ISO	3,3 $\pm$ 0,5	3,3 $\pm$ 0,5	3,5 $\pm$ 0,9	3,4 $\pm$ 0,6
	PRO	3,0 $\pm$ 0,3	3,0 $\pm$ 0,3	3,2 $\pm$ 0,2	3,2 $\pm$ 0,3
Hgbart (g dl <sup>-1</sup> )	ISO	6,57 $\pm$ 1,41*	7,88 $\pm$ 1,63	8,05 $\pm$ 1,39	7,81 $\pm$ 1,61
	PRO	8,67 $\pm$ 0,74*	8,51 $\pm$ 0,29	8,33 $\pm$ 0,61	8,38 $\pm$ 0,44
SaO <sub>2</sub> (%)	ISO	95 $\pm$ 4	88 $\pm$ 11	76 $\pm$ 24	98 $\pm$ 1
	PRO	89 $\pm$ 4	98 $\pm$ 1†	96 $\pm$ 3†	99 $\pm$ 1†
Glicose (mg dL <sup>-1</sup> )	ISO	92 $\pm$ 9	95 $\pm$ 11	91 $\pm$ 13	109 $\pm$ 21
	PRO	103 $\pm$ 27	91 $\pm$ 11	92 $\pm$ 11	99 $\pm$ 13
Lactato (mg dL <sup>-1</sup> )	ISO	1,02 $\pm$ 0,26	1,95 $\pm$ 0,92	2,31 $\pm$ 0,82†	1,98 $\pm$ 0,78
	PRO	1,92 $\pm$ 1,36	1,28 $\pm$ 0,64	1,36 $\pm$ 0,73	2,02 $\pm$ 0,79

\*Diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre grupos no mesmo momento; † diferença significativa ( $p < 0,05$ ) comparado ao valor basal (intubação seletiva).

Tabela 4. Hemogasometria venosa mista de porcos submetidos à lobectomia pulmonar videoassistida sob ventilação monopulmonar anestesiados com isoflurano associado à infusão contínua de remifentanil (ISO,  $n = 6$ ) ou infusão contínua de propofol e remifentanil (PRO,  $n = 7$ ). Média  $\pm$  DP

Variável	Grupo	Intubação seletiva	Início procedimento	Após pneumotórax	Fim do procedimento
pH	ISO	7,30 $\pm$ 0,2	7,22 $\pm$ 0,55*†	7,18 $\pm$ 0,82*†	7,24 $\pm$ 0,56
	PRO	7,27 $\pm$ 0,07	7,33 $\pm$ 0,56*	7,30 $\pm$ 0,03*	7,29 $\pm$ 0,03
PvmO <sub>2</sub> (mmHg)	ISO	37 $\pm$ 2	33 $\pm$ 4	24 $\pm$ 4†	53 $\pm$ 23
	PRO	32 $\pm$ 8	43 $\pm$ 13	36 $\pm$ 10	43 $\pm$ 12
PvmCO <sub>2</sub> (mmHg)	ISO	60 $\pm$ 10	75 $\pm$ 10*	81 $\pm$ 22	59 $\pm$ 10
	PRO	67 $\pm$ 11	54 $\pm$ 7*	60 $\pm$ 8	63 $\pm$ 6
Hgbvm (g dl <sup>-1</sup> )	ISO	6,25 $\pm$ 1,22*	6,95 $\pm$ 0,95*	7,32 $\pm$ 0,74*	6,75 $\pm$ 0,41*
	PRO	9,10 $\pm$ 0,71*	8,35 $\pm$ 0,60*	8,07 $\pm$ 0,28*†	7,90 $\pm$ 0,42*†
SvmO <sub>2</sub> (%)	ISO	68 $\pm$ 5	55 $\pm$ 9*	47 $\pm$ 16†	80 $\pm$ 11
	PRO	63 $\pm$ 7	76 $\pm$ 13*	68 $\pm$ 12	74 $\pm$ 11

\*Diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre grupos no mesmo momento; † diferença significativa ( $p < 0,05$ ) comparado ao valor basal (intubação seletiva).

A  $PAO_2$  foi significativamente maior no PRO no início da cirurgia ( $p=0,0205$ ) e a porcentagem de espaço morto foi significativamente menor no mesmo momento avaliado quando comparada ao ISO ( $p=0,0348$ ). A diferença arteriovenosa de conteúdo de  $O_2$  foi significativamente maior e a fração de *shunt* significativamente menor ao final do procedimento no PRO ( $p=0,0422$  e  $p=0,0338$ , respectivamente; Tabela 5).

Tabela 5. Parâmetros de oxigenação tecidual de porcos submetidos à lobectomia pulmonar videoassistida sob ventilação monopolmonar anestesiados com isoflurano associado à infusão contínua de remifentanil (ISO,  $n = 6$ ) ou infusão contínua de propofol e remifentanil (PRO,  $n = 7$ ). Média  $\pm$  DP

Variável	Grupo	Intubação seletiva	Início procedimento	Após pneumotórax	Fim do procedimento
$CaO_2$ (ml dl <sup>-1</sup> )	ISO	8,66 $\pm$ 1,44	9,82 $\pm$ 3,04	8,82 $\pm$ 3,99	10,89 $\pm$ 2,20
	PRO	8,43 $\pm$ 4,77	11,98 $\pm$ 0,55	11,12 $\pm$ 1,16	11,81 $\pm$ 0,38
$CvmO_2$ (ml dl <sup>-1</sup> )	ISO	5,82 $\pm$ 0,97*	5,28 $\pm$ 1,14*	4,74 $\pm$ 1,74*	7,47 $\pm$ 1,47
	PRO	7,82 $\pm$ 1,21*	8,67 $\pm$ 1,46*	7,56 $\pm$ 1,46*	7,99 $\pm$ 0,87
$CcO_2$ (ml dl <sup>-1</sup> )	ISO	10,37 $\pm$ 1,47	11,39 $\pm$ 2,79	10,43 $\pm$ 3,74	12,34 $\pm$ 2,10
	PRO	12,37 $\pm$ 0,83	13,33 $\pm$ 0,51	12,75 $\pm$ 0,96	13,15 $\pm$ 0,44
$PAO_2$ (mmHg)	ISO	644 $\pm$ 10	632 $\pm$ 18*	626 $\pm$ 27	644 $\pm$ 19
	PRO	650 $\pm$ 5	655 $\pm$ 8*	647 $\pm$ 19	653 $\pm$ 10
$DO_2$ (mL min <sup>-1</sup> m <sup>2</sup> )	ISO	248,40 $\pm$ 99,86	238,12 $\pm$ 92,52	235,82 $\pm$ 70,25	330,41 $\pm$ 112,30
	PRO	197,88 $\pm$ 84,71	294,96 $\pm$ 125,56	238,72 $\pm$ 63,17	288,93 $\pm$ 102,40
$VO_2$ (mL min <sup>-1</sup> m <sup>2</sup> )	ISO	81,50 $\pm$ 35,12	79,45 $\pm$ 30,1	71,26 $\pm$ 50,88	82,14 $\pm$ 19,90
	PRO	55,02 $\pm$ 35,67	72,46 $\pm$ 43,25	63,54 $\pm$ 25,32	82,97 $\pm$ 30,26
$TEO_2$ (%)	ISO	32 $\pm$ 5	34 $\pm$ 5	29 $\pm$ 14	23 $\pm$ 4 <sup>†</sup>
	PRO	25 $\pm$ 8	27 $\pm$ 10	29 $\pm$ 6	31 $\pm$ 8
$avDO_2$ (ml dl <sup>-1</sup> )	ISO	2,84 $\pm$ 0,71	2,70 $\pm$ 0,42	1,75 $\pm$ 1,11	2,21 $\pm$ 0,29*
	PRO	2,72 $\pm$ 0,94	3,27 $\pm$ 1,31	3,10 $\pm$ 0,46	3,68 $\pm$ 0,94*
$Vd/Vt$ (%)	ISO	31 $\pm$ 8	33 $\pm$ 13*	35 $\pm$ 19	35 $\pm$ 18
	PRO	21 $\pm$ 7	15 $\pm$ 11*	21 $\pm$ 9	22 $\pm$ 11
$Qs/Qt$ (%)	ISO	38 $\pm$ 5	41 $\pm$ 4*	51 $\pm$ 12*	44 $\pm$ 5*
	PRO	41 $\pm$ 7	29 $\pm$ 6* <sup>†</sup>	34 $\pm$ 2*	29 $\pm$ 4* <sup>†</sup>

\*Diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre grupos no mesmo momento; <sup>†</sup> diferença significativa ( $p < 0,05$ ) comparado ao valor basal (intubação seletiva).

Não ocorreram alterações importantes nas variáveis hemodinâmicas avaliadas durante o procedimento. Entretanto, o PRO apresentou valores de índice de trabalho sistólico do ventrículo direito significativamente maiores após a intubação seletiva e ao final do procedimento em relação ao ISO ( $p=0,0156$  e  $p=0,0344$ , respectivamente).

Tabela 6. Variáveis hemodinâmicas de porcos submetidos à lobectomia pulmonar videoassistida sob ventilação monopulmonar anestesiados com isoflurano associado à infusão contínua de remifentanil (ISO,  $n = 6$ ) ou infusão contínua de propofol e remifentanil (PRO,  $n = 7$ ). Média  $\pm$  DP.

Variável	Grupo	Intubação seletiva	Início procedimento	Após pneumotórax	Fim do procedimento
DC (L min <sup>-1</sup> )	ISO	2,78 $\pm$ 0,56	3,19 $\pm$ 1,09	3,65 $\pm$ 0,82	3,65 $\pm$ 0,34 <sup>†</sup>
	PRO	3,11 $\pm$ 1,35	3,78 $\pm$ 1,62	3,84 $\pm$ 1,66	4,36 $\pm$ 2,65
IC (L min <sup>-1</sup> m <sup>2</sup> )	ISO	2,29 $\pm$ 0,98	2,52 $\pm$ 0,92	2,94 $\pm$ 0,94	2,97 $\pm$ 0,97
	PRO	1,90 $\pm$ 0,67	2,48 $\pm$ 0,94	2,54 $\pm$ 1,13	2,86 $\pm$ 1,23
VS (L batimentos <sup>-1</sup> )	ISO	0,04 $\pm$ 0,01	0,04 $\pm$ 0,01	0,04 $\pm$ 0,01	0,04 $\pm$ 0,01
	PRO	0,04 $\pm$ 0,01	0,05 $\pm$ 0,02	0,05 $\pm$ 0,02	0,05 $\pm$ 0,02
IS (L batimentos <sup>-1</sup> m <sup>2</sup> )	ISO	0,03 $\pm$ 0,01	0,03 $\pm$ 0,01	0,03 $\pm$ 0,01	0,03 $\pm$ 0,01
	PRO	0,02 $\pm$ 0,01	0,03 $\pm$ 0,01	0,03 $\pm$ 0,01 <sup>†</sup>	0,04 $\pm$ 0,01 <sup>†</sup>
RVS (dinas seg cm <sup>-5</sup> )	ISO	1624 $\pm$ 609	1738 $\pm$ 457	1400 $\pm$ 429	1508 $\pm$ 224
	PRO	1696 $\pm$ 600	1631 $\pm$ 674	1509 $\pm$ 415	1727 $\pm$ 755
IRVS (dinas seg cm <sup>-5</sup> m <sup>2</sup> )	ISO	2139 $\pm$ 1236	2256 $\pm$ 1251	1818 $\pm$ 956	1908 $\pm$ 687
	PRO	2670 $\pm$ 911	2509 $\pm$ 889	2451 $\pm$ 879	2621 $\pm$ 984
RVP (dinas seg cm <sup>-5</sup> )	ISO	1342 $\pm$ 537	1283 $\pm$ 579	935 $\pm$ 412	1285 $\pm$ 259
	PRO	1297 $\pm$ 624	1331 $\pm$ 651	1081 $\pm$ 509	1432 $\pm$ 702
IRVP (dinas seg cm <sup>-5</sup> m <sup>2</sup> )	ISO	1743 $\pm$ 945	1726 $\pm$ 1218	1236 $\pm$ 762	1697 $\pm$ 488
	PRO	1960 $\pm$ 583	1958 $\pm$ 769	1717 $\pm$ 641	2084 $\pm$ 576
ITSVE (kg min <sup>-1</sup> m <sup>2</sup> )	ISO	0,023 $\pm$ 0,004	0,026 $\pm$ 0,01	0,034 $\pm$ 0,02	0,030 $\pm$ 0,007
	PRO	0,019 $\pm$ 0,004	0,033 $\pm$ 0,02	0,026 $\pm$ 0,005 <sup>†</sup>	0,038 $\pm$ 0,011 <sup>†</sup>
ITSVD (kg min <sup>-1</sup> m <sup>2</sup> )	ISO	0,006 $\pm$ 0,003*	0,007 $\pm$ 0,002	0,01 $\pm$ 0,006	0,007 $\pm$ 0,002*
	PRO	0,008 $\pm$ 0,002*	0,008 $\pm$ 0,003	0,010 $\pm$ 0,002	0,009 $\pm$ 0,001*
ITVE (kg min <sup>-1</sup> m <sup>2</sup> )	ISO	1,72 $\pm$ 0,46	2,42 $\pm$ 1,53	3,00 $\pm$ 1,80	2,90 $\pm$ 0,99 <sup>†</sup>
	PRO	1,66 $\pm$ 0,61	2,74 $\pm$ 2,06	1,87 $\pm$ 0,61	3,10 $\pm$ 1,37 <sup>†</sup>
ITVD (kg min <sup>-1</sup> m <sup>2</sup> )	ISO	0,49 $\pm$ 0,27	0,61 $\pm$ 0,3	0,90 $\pm$ 0,60	0,59 $\pm$ 0,07
	PRO	0,64 $\pm$ 0,29	0,64 $\pm$ 0,27	0,70 $\pm$ 0,14	0,67 $\pm$ 0,2

\*Diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre grupos no mesmo momento; <sup>†</sup>diferença significativa ( $p < 0,05$ ) comparado ao valor basal (intubação seletiva).

Tabela 7. Tempos (minutos) e qualidade de recuperação anestésica em porcos submetidos à lobectomia pulmonar videoassistida sob ventilação monopulmonar anestesiados com isoflurano associado à infusão contínua de remifentanil (ISO,  $n = 6$ ) ou infusão contínua de propofol e remifentanil (PRO,  $n = 7$ ). Média  $\pm$  DP.

Estágio de recuperação anestésica	PRO	ISO
Tempo até ventilação espontânea (minutos)	9 $\pm$ 10	11 $\pm$ 13
Tempo para centralização do globo ocular (minutos)	25 $\pm$ 13	17 $\pm$ 14
Tempo para retorno do reflexo palpebral (minutos)	24 $\pm$ 13	29 $\pm$ 23
Tempo para extubação (minutos)	32 $\pm$ 12	37 $\pm$ 23
Tempo para primeiro movimento voluntário (minutos)	33 $\pm$ 2	36 $\pm$ 20
Tempo para decúbito esternal (minutos)	71 $\pm$ 18	54 $\pm$ 16
Tempo para ambulação normal (minutos)	102 $\pm$ 11	123 $\pm$ 66
Score de recuperação anestésica (minutos)	2 (2-3)*	3 (3-4)*

\*Diferença estatística ( $p < 0,05$ ).

Não houve diferença significativa para os tempos de recuperação anestésica, mas a qualidade da recuperação no grupo PRO foi significativamente menor que o grupo ISO. Os valores médios de recuperação anestésica podem ser observados na tabela 7.

## 6. DISCUSSÃO

A VMP promoveu um aumento do valor da  $\text{PaCO}_2$  e uma diminuição da  $\text{PaO}_2$ , em consequência da grande  $\text{Qs}/\text{Qt}$ . Isso ocorre porque o pulmão não ventilado colapsado permanece perfundido, porém sem trocas gasosas e portanto com caráter venoso, com consequente mistura ao sangue arterial proveniente do pulmão ventilado, resultando em hipoxemia (Kudnig *et al.*, 2006). Nos porcos anestesiados com propofol e remifentanil, entretanto, as variações nesses três fatores foram minimizadas em comparação com o isoflurano e remifentanil. A magnitude da perfusão do pulmão não ventilado tem fundamental impacto na oxigenação durante a VMP (Benumof, 1985). A VPH desvia o fluxo de sangue pulmonar das regiões do pulmão com baixas tensões de oxigênio para as áreas melhor ventiladas do pulmão, isto é, do pulmão não-ventilado para o pulmão ventilado, reduzindo o  $\text{Qs}/\text{Qt}$  e a hipóxia sistêmica (Glasser *et al.*, 1983; Beck *et al.*, 2001; Schwarzkopf *et al.*, 2003).

Depressão da VPH por anestésicos inalatórios, com maior perfusão do pulmão não-ventilado foi demonstrada em modelos *in vitro* e *in vivo* (Marshall *et al.*, 1984; Domino *et al.*, 1986; Ishibe *et al.*, 1993; Loer *et al.*, 1995). Os efeitos do propofol na VPH porém são contraditórios. Durante estudos clínicos em seres humanos, propofol e sevoflurano não apresentam diferenças significativas na  $\text{PaO}_2$  e ambos aumentaram a  $\text{Qs}/\text{Qt}$  após a instituição da VMP (Beck *et al.*, 2001; Pruszkowski *et al.*, 2007). Em outro estudo, porém, o propofol não inibiu a VPH e manteve a  $\text{Qs}/\text{Qt}$ , enquanto o isoflurano aumentou consideravelmente esta (Kellow *et al.*, 1995).

Em modelo experimental suíno, o propofol promove melhor oxigenação quando comparado ao isoflurano e ao desflurano (Karzai et al., 1998; Schwarzkopf et al., 2003), porém nenhum dos anestésicos promoveu importante incremento na  $Q_s/Q_t$  sugerindo outros fatores relacionados a essa hipóxia do que a inibição da VPH no pulmão não-ventilado pelos anestésicos halogenados (Schwarzkopf et al., 2003). Essa explicação concentra-se na influência que a redução do DC e da  $PvO_2$  terão na dinâmica da relação entre a perfusão do pulmão ventilado e do pulmão não-ventilado (Domino *et al.*, 1983; Eisenkraft, 1990). A diminuição do débito cardíaco leva ao aumento na perfusão do pulmão normóxico em relação ao pulmão hipóxico (Eisenkraft, 1990). Outro importante modulador da perfusão do pulmão não-ventilado é a  $PvO_2$ , que varia indiretamente por alterações no DC. No pulmão ventilado há alta  $PAO_2$  e com isso não ocorre estímulo para vasoconstrição secundária, opostamente a baixa  $PAO_2$  e a consequente redução na  $PvO_2$  no pulmão não-ventilado promovendo estímulo para VPH (Domino *et al.*, 1983).

Quando não foi observado aumento na  $Q_s/Q_t$  comparando o isoflurano com o propofol, os dois agentes foram utilizados isoladamente na anestesia do modelo suíno (Schwarzkopf et al., 2003). Consequentemente, a quantidade de isoflurano utilizada foi 240% (2,1 contra 0,87v%) e a de propofol 480% (0,91 contra 0,19 mg/kg/min) superior ao requerimento do presente estudo, onde infusão de remifentanil foi associada aos anestésicos. Em razão disso, após a VMP, o IC dos animais utilizados no presente experimento foi 47 e 49% superior ao observado com propofol e isoflurano respectivamente, no experimento onde foram utilizados isoladamente (Schwarzkopf et al., 2003). Esses dados suportam a conclusão do outro grupo de pesquisa de que a possível redução do IC (uma

vez que não foi avaliado o DC antes da administração dos anestésicos e da VMP) e consequentemente da  $PvO_2$  no pulmão não-ventilado tenham estimulado a VPH, contrabalanceando a sua inibição pelo isoflurano e impedindo elevação no  $Qs/Qt$ . No presente estudo, o IC mais elevado, em decorrência do baixo requerimento de anestésicos pela associação do remifentanil, não estimulou a diminuição da perfusão do pulmão não-ventilado e os efeitos inibitórios do isoflurano sobre a VPH promoveram um  $Qs/Qt$  50% maior do que quando o propofol foi utilizado.

Como consequência do aumento do  $Qs/Qt$ , ocorreu uma diminuição da  $PaO_2$ , na  $SaO_2$ , na  $PvO_2$ , na  $SvO_2$  e consequentemente no  $CvmO_2$ , resultando em hipercapnia, acidose respiratória e produção de lactato. Não pode ser observado, porém, diferença importante nos valores hemodinâmicos avaliados entre a anestesia com propofol e isoflurano. O isoflurano frequentemente promove redução da FC, VS, e, portanto, do IC, além da diminuição da RVS e consequentemente da pressão arterial. O propofol é caracterizado por uma maior estabilidade dos parâmetros hemodinâmicos. Quando algum potente opioide é associado ao protocolo, especialmente o remifentanil, que também possui boa estabilidade cardiovascular, a redução dos requerimentos dos anestésicos faz com que os efeitos diretos sobre a condição hemodinâmica sejam atenuados e, portanto, as diferenças entre propofol e isoflurano mais dificilmente perceptíveis. Além disso, a hipoxemia e hipercapnia promovem estimulação para liberação de catecolaminas, com efeito indireto hemodinâmico, o que justifica as discretas alterações cardiovasculares e hemodinâmicas encontradas entre os anestésicos estudados, com discrepância estatística apenas no ITSVD depois da restituição da pressão torácica negativa.

Em relação aos tempos de recuperação anestésica, o propofol apresentou valores um pouco mais altos que os reportados na literatura. Quando utilizado na dose de  $11 \text{ mg kg}^{-1} \text{ hora}^{-1}$  em tempo anestésico médio de 297 minutos, todos os tempos dos diferentes estágios de recuperação foram menores que os relatados no presente estudo (Martin-Cancho *et al.*, 2004).

Avaliando-se a recuperação anestésica do propofol e do isofluorano em cães, Tsai *et al.* (2007) relataram tempos maiores durante a recuperação com o propofol, porém, também relataram recuperação mais suave e com menor incidência de efeitos adversos. De maneira semelhante, no presente estudo foi observado tempos de recuperação iguais para ambos os grupos, apesar disso, a recuperação com propofol foi considerada boa, com mínima ataxia para mudança de decúbito e deambulação e apenas regular após a anestesia com isofluorano, caracterizada por moderada ataxia para mudança de decúbito e deambulação e mais que duas tentativas para levantar-se.



## 7. CONCLUSÃO

A anestesia intravenosa total com propofol e remifentanil em porcos submetidos a lobectomia pulmonar videoassistida sob ventilação monopulmonar e indução de pneumotórax, promove em comparação à anestesia intravenosa parcial com isoflurano e remifentanil:

- a) Menor fração de *shunt* intrapulmonar e consequentemente menor hipoxemia e hipercapnia, por não inibir a vasoconstrição pulmonar hipóxica, consequentemente melhor equilíbrio ácido-base e oxigenação tecidual;
- b) Semelhante estabilidade cardiovascular e hemodinâmica, com contínuo incremento após a intubação seletiva resultando em significativa evolução após restituição da pressão negativa pulmonar;
- c) Semelhante duração do período de recuperação anestésica, porém com superior qualidade.

Adicionalmente, associado a uma taxa de infusão de  $10 \mu\text{g kg}^{-1} \text{ hora}^{-1}$  de remifentanil, a taxa média de infusão requerida de propofol para manutenção do plano anestésico é de  $0,19 \text{ mg kg}^{-1} \text{ minuto}^{-1}$  e a fração expirada média requerida de isoflurano é de 0,87v%.

## 8. REFERÊNCIAS

ABE, K. et al. The effects of propofol, isoflurane, and sevoflurane on oxygenation and shunt fraction during one-lung ventilation. **Anesth Analg**, v. 87, n. 5, p. 1164-9, Nov 1998. ISSN 0003-2999 (Print) 0003-2999.

ADAMI, C. et al. Alternating one lung ventilation using a double lumen endobronchial tube and providing CPAP to the non-ventilated lung in a dog. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 38, n. 1, p. 70-76, 2011. ISSN 1467-2995. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-2995.2010.00586.x> >.

AGUIAR, A. J. A. et al. Continuous infusion of propofol in dogs premedicated with methotrimeprazine. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 28, n. 4, p. 220-224, 2001. ISSN 1467-2995. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1046/j.1467-2987.2001.00048.x> >.

ALLWEILER, S. et al. The isoflurane-sparing and clinical effects of a constant rate infusion of remifentanyl in dogs. **Vet Anaesth Analg**, v. 34, n. 6, p. 388-93, Nov 2007. ISSN 1467-2987 (Print) 1467-2987 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17850226> >.

ANDREONI, V.; LYNNE HUGHES, J. M. Propofol and fentanyl infusions in dogs of various breeds undergoing surgery. **Vet Anaesth Analg**, v. 36, n. 6, p. 523-31, Nov 2009. ISSN 1467-2987.

BAUQUIER, S. H. et al. One-lung ventilation using a wire-guided endobronchial blocker for thoracoscopic pericardial fenestration in a dog. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 51, n. 10, p. 1135-1138, 2010. ISSN 0008-5286. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2942054/> >.

BECK, C. A. D. C. et al. Toracoscopia nas hérnias diafragmáticas: estudo experimental em cães. **Ciência Rural**, v. 34, p. 1857-1863, 2004. ISSN 0103-8478. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782004000600029&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782004000600029&nrm=iso) >.

BECK, D. H. et al. Effects of sevoflurane and propofol on pulmonary shunt fraction during one-lung ventilation for thoracic surgery. **Br J Anaesth**, v. 86, n. 1, p. 38-43, Jan 2001. ISSN 0007-0912 (Print) 0007-0912.

BENUMOF, J. L. One-lung ventilation and hypoxic pulmonary vasoconstriction: implications for anesthetic management. **Anesth Analg**, v. 64, n. 8, p. 821-33, Aug 1985. ISSN 0003-2999 (Print) 0003-2999.

BENUMOF, J. L. The position of a double-lumen tube should be routinely determined by fiberoptic bronchoscopy. **J Cardiothorac Vasc Anesth**, v. 7, n. 5, p. 513-4, Oct 1993. ISSN 1053-0770 (Print) 1053-0770.

BOSCAN, P. et al. Cardiovascular and respiratory effects of ketamine infusions in isoflurane-anesthetized dogs before and during noxious stimulation. **Am J Vet Res**, v. 66, n. 12, p. 2122-9, Dec 2005. ISSN 0002-9645 (Print) 0002-9645.

CHOW, M. Y. et al. The effects remifentanyl and thoracic epidural on oxygenation and pulmonary shunt fraction during one-lung ventilation. **J CARDIOTHORAC VASC ANESTH**, v. 17, n. 1, p. 69-72, Feb 2003. ISSN 1053-0770 (Print) 1053-0770

DOMINO, K. B. et al. Influence of isoflurane on hypoxic pulmonary vasoconstriction in dogs. **Anesthesiology**, v. 64, n. 4, p. 423-9, Apr 1986. ISSN 0003-3022 (Print) 0003-3022.

DOMINO, K. B. et al. Influence of mixed venous oxygen tension (PVO<sub>2</sub>) on blood flow to atelectatic lung. **Anesthesiology**, v. 59, n. 5, p. 428-34, Nov 1983. ISSN 0003-3022 (Print) 0003-3022.

EGAN, T. D. et al. The pharmacokinetics of the new short-acting opioid remifentanyl (GI87084B) in healthy adult male volunteers. **Anesthesiology**, v. 79, n. 5, p. 881-92, Nov 1993. ISSN 0003-3022 (Print) 0003-3022.

EISENKRAFT, J. B. Effects of anaesthetics on the pulmonary circulation. **Br J Anaesth**, v. 65, n. 1, p. 63-78, Jul 1990. ISSN 0007-0912 (Print) 0007-0912.

FINGER, B. L. et al. Videolaparoscopia no diagnóstico e tratamento da síndrome do ovário remanescente em uma gata. **Ciência Rural**, v. 39, p. 2539-2541, 2009. ISSN 0103-8478. Disponível em: <  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782009000800043&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782009000800043&nrm=iso)>.

FOGG, K. J. Principles and practice of thoracic anaesthesia. **Anaesthesia & Intensive Care Medicine**, v. 12, n. 12, p. 550-553, 12// 2011. ISSN 1472-0299. Disponível em: <  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1472029911002232>>.

FREDMAN, B. Physiologic changes during thoracoscopy. **Anesthesiol Clin North America**, v. 19, n. 1, p. 141-52, Mar 2001. ISSN 0889-8537 (Print) 0889-8537.

GLASSER, S. A. et al. Pulmonary blood pressure and flow during atelectasis in the dog. **Anesthesiology**, v. 58, n. 3, p. 225-31, Mar 1983. ISSN 0003-3022 (Print) 0003-3022.

HASKINS, S. et al. Reference cardiopulmonary values in normal dogs. **Comp Med**, v. 55, n. 2, p. 156-61, Apr 2005. ISSN 1532-0820 (Print) 1532-0820.

HOKE, J. F. et al. Comparative pharmacokinetics and pharmacodynamics of remifentanyl, its principle metabolite (GR90291) and alfentanil in dogs. **J Pharmacol Exp Ther**, v. 281, n. 1, p. 226-32, Apr 1997. ISSN 0022-3565 (Print) 0022-3565.

ISHIBE, Y. et al. Effect of sevoflurane on hypoxic pulmonary vasoconstriction in the perfused rabbit lung. **Anesthesiology**, v. 79, n. 6, p. 1348-53, Dec 1993. ISSN 0003-3022 (Print) 0003-3022.

JACKSON, J.; RICHTER, K. P.; LAUNER, D. P. Thoracoscopic partial pericardiectomy in 13 dogs. **J Vet Intern Med**, v. 13, n. 6, p. 529-33, Nov-Dec 1999. ISSN 0891-6640 (Print) 0891-6640.

JAMES, M. K. et al. Hemodynamic effects of GI 87084B, an ultra-short acting mu-opioid analgesic, in anesthetized dogs. **J Pharmacol Exp Ther**, v. 263, n. 1, p. 84-91, Oct 1992. ISSN 0022-3565 (Print) 0022-3565.

KNOLL, H. et al. Airway injuries after one-lung ventilation: a comparison between double-lumen tube and endobronchial blocker: a randomized, prospective, controlled trial. **Anesthesiology**, v. 105, n. 3, p. 471-7, Sep 2006. ISSN 0003-3022 (Print) 0003-3022.

KUDNIG, S. T. et al. Cardiopulmonary effects of thoracoscopy in anesthetized normal dogs. **Vet Anaesth Analg**, v. 31, n. 2, p. 121-8, Apr 2004. ISSN 1467-2987 (Print) 1467-2987.

KUDNIG, S. T. et al. Effect of positive end-expiratory pressure on oxygen delivery during 1-lung ventilation for thoracoscopy in normal dogs. **Vet Surg**, v. 35, n. 6, p. 534-42, Aug 2006. ISSN 0161-3499 (Print) 0161-3499.

LINKENHOKER, J. R. et al. Effective and Safe Anesthesia for Yorkshire and Yucatan Swine with and without Cardiovascular Injury and Intervention. **Journal of the American Association for Laboratory Animal Science : JAALAS**, v. 49, n. 3, p. 344-351, 05/

09/04/received

10/02/revised

11/24/accepted 2010. ISSN 1559-6109. Disponível em: <  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2877308/>>.

LOER, S. A.; SCHEEREN, T. W.; TARNOW, J. Desflurane inhibits hypoxic pulmonary vasoconstriction in isolated rabbit lungs. **Anesthesiology**, v. 83, n. 3, p. 552-6, Sep 1995. ISSN 0003-3022 (Print) 0003-3022.

LOZANO, A. J. et al. A comparison of the duration and quality of recovery from isoflurane, sevoflurane and desflurane anaesthesia in dogs undergoing magnetic resonance imaging. **Vet Anaesth Analg**, v. 36, n. 3, p. 220-9, May 2009. ISSN 1467-2995 (Electronic)

1467-2987 (Linking). Disponível em: <  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19397773>>.

MANNARINO, R. et al. Minimum infusion rate and hemodynamic effects of propofol, propofol-lidocaine and propofol-lidocaine-ketamine in dogs. **Vet Anaesth Analg**, v. 39, n. 2, p. 160-73, Mar 2012. ISSN 1467-2987.

MARSHALL, C.; LINDGREN, L.; MARSHALL, B. E. Effects of halothane, enflurane, and isoflurane on hypoxic pulmonary vasoconstriction in rat lungs in vitro. **Anesthesiology**, v. 60, n. 4, p. 304-8, Apr 1984. ISSN 0003-3022 (Print) 0003-3022.

MARTIN-CANCHO, M. F. et al. Assessment of the relationship of bispectral index values, hemodynamic changes, and recovery times associated with sevoflurane or propofol anesthesia in pigs. **Am J Vet Res**, v. 65, n. 4, p. 409-16, Apr 2004. ISSN 0002-9645 (Print) 0002-9645.

MAYHEW, P. D. et al. Evaluation of blind thoracoscopic-assisted placement of three double-lumen endobronchial tube designs for one-lung ventilation in dogs. **Vet Surg**, v. 41, n. 6, p. 664-70, Aug 2012. ISSN 0161-3499.

MONTEIRO, E. R. et al. Effects of remifentanil on the minimum alveolar concentration of isoflurane in dogs. **AM J VET RES**, v. 71, n. 2, p. 150-6, Feb 2010. 0002-9645 (Print) 0002-9645

MOSLEY, C. A. Anesthesia Equipment. In: (Ed.). **Veterinary Anesthesia and Analgesia: the Fifth Edition of Lumb and Jones**. 5: Wiley-Blackwell, 2015.

PIGATTO, J. et al. Produção de pneumotórax em cães e manejo por toroscopia paraxifóide transdiafragmática. **Ciência Rural**, v. 38, p. 2210-2217, 2008. ISSN 0103-8478. Disponível em: <  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782008000800019&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000800019&nrm=iso)>.

POLIS, I. et al. The effects of intrathoracic pressure during continuous two-lung ventilation for thoracoscopy on the cardiorespiratory parameters in sevoflurane anaesthetized dogs. **J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med**, v. 49, n. 3, p. 113-20, Apr 2002. ISSN 0931-184X (Print) 0931-184x.

RYU, J. H. et al. Remifentanil-propofol versus fentanyl-propofol for monitored anesthesia care during hysteroscopy. **J Clin Anesth**, v. 20, n. 5, p. 328-32, Aug 2008. ISSN 0952-8180 (Print) 0952-8180.

SAMS, L. et al. A comparison of the effects of propofol and etomidate on the induction of anesthesia and on cardiopulmonary parameters in dogs. **Vet Anaesth Analg**, v. 35, n. 6, p. 488-94, Nov 2008. ISSN 1467-2987.

SCHWARZKOPF, K. et al. Lung perfusion, shunt fraction, and oxygenation during one-lung ventilation in pigs: The effects of desflurane, isoflurane, and propofol. **Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia**, v. 17, n. 1, p. 73-75, 2003. ISSN 1053-0770. Disponível em: <  
<http://dx.doi.org/10.1053/jcan.2003.13>>. Acesso em: 2016/02/10.

SHAH, J. S.; BREADY, L. L. Anesthesia for thoracoscopy. **Anesthesiol Clin North America**, v. 19, n. 1, p. 153-71, Mar 2001. ISSN 0889-8537 (Print) 0889-8537.

SHORT, C. E.; BUFALARI, A. Propofol anesthesia. **Vet Clin North Am Small Anim Pract**, v. 29, n. 3, p. 747-78, May 1999. ISSN 0195-5616 (Print) 0195-5616.

SINGH BAJWA, S. J.; BAJWA, S. K.; KAUR, J. Comparison of two drug combinations in total intravenous anesthesia: Propofol–ketamine and propofol–fentanyl. **Saudi Journal of Anaesthesia**, India, v. 4, n. 2, p. 72-79, May-Aug 2010. ISSN 1658-354X 0975-3125. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2945518/> >.

SLINGER, M. F. P.; SCOTT, M. F. W. A. C. Arterial Oxygenation during One-lung Ventilation A Comparison of Enflurane and Isoflurane. **Anesthesiology**, v. 82, n. 4, p. 940-946., 1995. ISSN 0003-3022. Disponível em: < <http://dx.doi.org/> >.

TRAPANI, M. G. et al. Propofol in Anesthesia. Mechanism of Action, Structure-Activity Relationships, and Drug Delivery. **Current Medicinal Chemistry**, v. 7, n. 2, p. 249-271, 2000. ISSN 0929-8673/1875-533X. Disponível em: < <http://www.eurekaselect.com/node/65739/article> >.

TSAI, Y. C.; WANG, L. Y.; YEH, L. S. Clinical comparison of recovery from total intravenous anesthesia with propofol and inhalation anesthesia with isoflurane in dogs. **J Vet Med Sci**, v. 69, n. 11, p. 1179-82, Nov 2007. ISSN 0916-7250 (Print) 0916-7250.

VAN KEER, L. et al. Propofol does not inhibit hypoxic pulmonary vasoconstriction in humans. **J Clin Anesth**, v. 1, n. 4, p. 284-8, 1989. ISSN 0952-8180 (Print) 0952-8180.

VIDEIRA, R. L. D. R.; CRUZ, J. R. S. Remifentanil na prática clínica. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v. 54, p. 114-128, 2004. ISSN 0034-7094. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-70942004000100016&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-70942004000100016&nrm=iso) >.

WALSH, P. J. et al. Thoracoscopic versus open partial pericardectomy in dogs: comparison of postoperative pain and morbidity. **Vet Surg**, v. 28, n. 6, p. 472-9, Nov-Dec 1999. ISSN 0161-3499 (Print) 0161-3499.

## ANEXOS

*Cálculos utilizados para avaliação das variáveis hemodinâmicas e de oxigenação tecidual*

$$\text{Área de superfície corpórea (m}^2\text{)} = 0,0734 \times \text{peso (kg)}$$

$$\text{IC (L min}^{-1}\text{ m}^2\text{)} = \text{DC (L min}^{-1}\text{)} / \text{ASC (m}^2\text{)}$$

$$\text{VS (L batimentos}^{-1}\text{)} = \text{DC (L min}^{-1}\text{)} / \text{FC (batimentos minuto}^{-1}\text{)}$$

$$\text{IS (L batimentos}^{-1}\text{ m}^2\text{)} = \text{VS (L batimento}^{-1}\text{)} / \text{ASC (m}^2\text{)}$$

$$\text{RVS (dinas seg cm}^{-5}\text{)} = \text{PAM (mmHg)} - \text{PVCm (mmHg)} / \text{DC} \times 80$$

$$\text{IRVS (dinas seg cm}^{-5}\text{ m}^2\text{)} = \text{PAM (mmHg)} - \text{PVCm (mmHg)} / \text{IC} \times 80$$

$$\text{RVP (dinas seg cm}^{-5}\text{)} = \text{PAPm (mmHg)} - \text{PAPOm (mmHg)} / \text{DC} \times 80$$

$$\text{IRVP (dinas seg cm}^{-5}\text{ m}^2\text{)} = \text{PAPm (mmHg)} - \text{PAPOm (mmHg)} / \text{IC} \times 80$$

$$\text{ITSVE (kg min}^{-1}\text{ m}^2\text{)} = \text{Índice sistólico (L batimentos}^{-1}\text{ m}^2\text{)} \times \text{PAM (mmHg)} \times 0,0144$$

$$\text{ITSVD (kg min}^{-1}\text{ m}^2\text{)} = \text{Índice sistólico (L batimentos}^{-1}\text{ m}^2\text{)} \times \text{PAPm (mmHg)} \times 0,0144$$

$$\text{ITVE (kg min}^{-1}\text{ m}^2\text{)} = \text{IC (L batimentos}^{-1}\text{ m}^2\text{)} \times \text{PAM (mmHg)} \times 0,0144$$

$$\text{ITVD (kg min}^{-1}\text{ m}^2\text{)} = \text{IC (L batimentos}^{-1}\text{ m}^2\text{)} \times \text{PAPm (mmHg)} \times 0,0144$$

$$\text{CaO}_2 \text{ (ml dl}^{-1}\text{)} = (1,34 \times \text{Hgbart (g dl}^{-1}\text{)} \times \text{SaO}_2 \text{ (\%)}) + (\text{PaO}_2 \text{ (mmHg)} \times 0,0031)$$

$$\text{CvmO}_2 \text{ (ml dl}^{-1}\text{)} = (1,34 \times \text{Hgbvm (g dl}^{-1}\text{)} \times \text{SvmO}_2 \text{ (\%)}) + (\text{PvmO}_2 \text{ (mmHg)} \times 0,0031)$$

$$\text{CcO}_2 \text{ (ml dl}^{-1}\text{)} = \text{PAO}_2 \text{ (mmHg)} \times 0,0031 + \text{Hgbart (g dl}^{-1}\text{)} \times 1,34$$

$$\text{PAO}_2 \text{ (mmHg)} = (\text{Pressão barométrica (mmHg)} - 47) - (\text{PaCO}_2 / 0,8)$$

$$\text{Pressão barométrica de Curitiba} = 761 \text{ mmHg}$$

$$47 \text{ é o fator de correção da pressão de vapor de água}$$

$$0,8 \text{ é o coeficiente respiratório assumido}$$

$$\text{DO}_2 \text{ (mL min}^{-1}\text{ m}^2\text{)} = \text{CaO}_2 \text{ (ml dl}^{-1}\text{)} \times \text{IC (m}^2\text{)} \times 10$$

$$VO_2 \text{ (mL min}^{-1} \text{ m}^2) = CaO_2 \text{ (ml dl}^{-1}) - CvmO_2 \text{ (ml dl}^{-1}) \times IC \text{ (m}^2) \times 10$$

$$TEO_2 \text{ (\%)} = VO_2 \text{ (mL min}^{-1} \text{ m}^2) / DO_2 \text{ (mL min}^{-1} \text{ m}^2)$$

$$avDO_2 \text{ (ml dl}^{-1}) = CaO_2 \text{ (ml dl}^{-1}) - CvmO_2 \text{ (ml dl}^{-1})$$

$$Vd/Vt \text{ (\%)} = PaCO_2 \text{ (mmHg)} - EtCO_2 \text{ (mmHg)} / PaCO_2 \text{ (mmHg)} \times 100$$

$$Qs/Qt \text{ (\%)} = CcO_2 \text{ (ml dl}^{-1}) - CaO_2 \text{ (ml dl}^{-1}) / CcO_2 \text{ (ml dl}^{-1}) - CvmO_2 \times 100$$